Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

- Forschung -
Fb 1032

T. Bleyer
U. Hold
M. Macheleidt
H. W. Müller-Arnecke
U. Rademacher
A. Windel

Hebe- und Tragehilfen im Rettungsdienst – Zusammenstellung und Betrachtung wesentlicher Schnittstellen

Dortmund/Berlin/Dresden 2004

Diese Veröffentlichung ist ein Teilbericht für das Projekt „Hebe- und Trageeinrichtungen im Rettungsdienst - Zusammenstellung und Betrachtung“ - Projekt F 1531 E - der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Autoren: Tobias Bleyer
Ulrich Hold
Michael Macheleidt
Dr. Heiner W. Müller-Arnecke
Udo Rademacher
Dr. Armin Windel

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund

Verlag/Druck: Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Bürgermeister-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 - 77
E-Mail: info@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund
Telefon: (02 31) 90 71 - 0
Telefax: (02 31) 90 71 - 24 54
E-Mail: poststelle@baua.bund.de
Internet: www.baua.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40-42, D-10317 Berlin
Telefon: (0 30) 5 15 48 - 0
Telefax: (0 30) 5 15 48 - 41 70

Dresden:
Proschhübelstr. 8, D-01099 Dresden
Telefon: (03 51) 56 39 - 50
Telefax: (03 51) 56 39 - 52 10

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.

ISSN 1433-2086
ISBN 3-86509-214-4

Inhaltsverzeichnis

Kurzreferat **5**

Abstract **6**

Résumé **7**

1 Einleitung **8**

2 Material **9**

2.1 Untersuchungsobjekte 9

2.1.1 Haupttrage 10

2.1.2 Stuhltrage 12

2.1.3 Schaufeltrage 13

2.1.4 Tragetuch 13

2.1.5 Tragesessel 14

2.2 Untersuchte Bauteile 16

3 Methoden **18**

3.1 Messmethoden 18

3.1.1 Härtemessung 19

3.1.2 Kraftmessung 20

3.2 Ergonomische Evaluation 21

3.2.1 Checkliste 21

3.2.2 Fragebogen 22

3.2.3 Interview 22

3.2.4 Thermographie 22

3.2.5 Videodokumentation 23

3.2.6 Untersuchungen am Hand-Arm-System 24

4 Ergebnisse **25**

4.1 Rettungsdienste 26

4.2 Tragehilfen 29

4.2.1 Fahrgestelle 31

4.2.2 Krankentragen 39

4.2.3 Tragetücher 44

4.2.4 Schaufeltragen 46

4.2.5 Nicht klappbare Tragesessel 49

4.2.6 Klappbare Tragesessel 53
4.3 Ergonomische Evaluation 63
4.3.1 Härtemessung 63
4.3.2 Kraftmessung 64
4.3.3 Optische Darstellungsmethoden 64
5 Diskussion und Schlussfolgerungen 68
5.1 Kennzeichnungen 68
5.2 Bedieneinrichtungen 71
5.2.1 Grundsätze 71
5.2.2 Festlegen der Gestalt 72
5.2.3 Sicherheitsrelevante Aspekte 73
5.2.4 Typische Bedieneinrichtungen 74
5.3 Transportanalyse 76
5.3.1 Anatomie Hand-Arm-System 77
5.3.2 Umfassungsgriff 79
5.3.3 Ablaufanalyse 82
5.3.4 Achslagen Hand-Arm-Trage 85
5.3.5 Lastverhalten 86
5.4 Griffe 88
5.4.1 Grundsätze 89
5.4.2 Festlegen der Form 91
5.4.3 Bestimmen der Abmessungen 92
5.4.4 Auswahl des Werkstoffes 94
5.4.5 Gestalten der Oberfläche 95
5.4.6 Griffanordnung festlegen 96
5.5 Konstruktionsvorschläge 97
5.5.1 Entwürfe 102
5.5.2 Umsetzbarkeit 104
5.6 Weitergehende Vorschläge 106
6 Literatur 108
7 Anhang 112

Hebe- und Tragehilfen im Rettungsdienst – Zusammenstellung und Betrachtung wesentlicher Schnittstellen

Kurzreferat

Patientengewicht, beengte Treppenhäuser und Flure sowie die eingesetzten Tragehilfen sind Parameter, die einen typischen Krankentransport oder Rettungseinsatz charakterisieren. Das Patientengewicht und andere äußere Einflüsse sind jedoch als feste Größen vorgegeben. So lässt sich eine Belastungsreduzierung der Rettungsdienstmitarbeiter in diesen Bereichen nicht verwirklichen. Der Gebrauch der Tragehilfen führt zudem häufig zu weiteren körperlichen Belastungen. Die Gestaltung der einzelnen Tragesysteme ist Thema dieses Forschungsberichtes.

In Kooperation mit Rettungsdiensten werden die unterschiedlichen Tragehilfen erfasst und begutachtet. Ihre Konzeptionen werden im Hinblick auf Handhabbarkeit und Einsatzmöglichkeiten analysiert. Im Rahmen einer ergonomischen Evaluation können Kennzeichnungen, Bedieneinrichtungen und Tragegriffe als Hauptschnittstellen zwischen Trägern und Tragehilfen ausgemacht werden. Deren Konstruktion, Gestaltung und Anordnung werden untersucht und bewertet.

Desweiteren werden Patiententransporte analysiert, um Erkenntnisse über Körperhaltungen und Bewegungsabläufe, insbesondere des Hand-Arm-Systems, zu gewinnen. Unter Berücksichtigung dieser Informationen sowie ergonomischer und anthropometrischer Grundlagen ergeben sich Empfehlungen zur Optimierung der unterschiedlichen Tragesysteme. Den Schwerpunkt bilden die beschriebenen Schnittstellen.

Zur Verbesserung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes der Rettungsdienstmitarbeiter werden Konstruktionsvorschläge zu Griffsystemen erarbeitet und Eigenentwicklungen vorgestellt und bewertet.

Schlagwörter:

Rettungsdienst, Krankentransport, Tragehilfen, Griffsysteme

Lifting and Carrying Aids in Rescue Work — Compilation and Examination of Major Interfaces

Abstract

Patient weight, narrow staircases and corridors and the carrying aids used are parameters which characterise the typical transportation of sick people or a rescue operation. Patient weight and other external influences are fixed quantities, however. In these areas it is therefore not possible to reduce the stress on the rescue workers. The use of carrying aids often also leads to additional physical stresses. The design of the individual carrying systems is the subject of the present research report.

In collaboration with rescue services, the various carrying aids are logged and assessed. Their designs are analysed with respect to ease-of-handling and possible uses. Within the framework of an ergonomic evaluation, markings, operating devices and carrying handles can be distinguished as the main interfaces between carriers and carrying aids. Their design, form and arrangement are examined and evaluated.

Furthermore patient transport operations are analysed to obtain knowledge of physical postures and motion sequences, especially with respect to the hand-arm system. Taking this information together with ergonomic and anthropometric basic data, recommendations are drawn up for optimising the different carrying systems. The focus here is on the interfaces described.

To improve occupational safety and health for the rescue workers, design suggestions are drawn up for the handle systems and own developments are presented and assessed.

Key words:

rescue service, transport of sick persons, carrying aids, handle systems

Des aides de levage et de port dans les services de secours — Saisie et examen des interfaces essentielles

Résumé

Le poids du patient, des cages d'escaliers et des couloirs étroits ainsi que les aides de port utilisées sont des paramètres qui caractérisent un transport de malades ou une intervention de sauvetage typique. Le poids du patient ainsi que diverses influences externes sont néanmoins des quantités fixes. Il n'est ainsi pas possible de diminuer la charge du secouriste dans ces domaines. De plus, l'utilisation des aides de port conduit souvent à des charges physiques supplémentaires. La conception des différents systèmes de port est le thème de ce rapport de recherche.

Les différentes aides de port sont saisies et évaluées en coopération avec des services de secours. Leurs conceptions sont analysées du point de vue de leur facilité de manoeuvre et des emplois possibles. Dans le cadre d'une évaluation ergonomique, les caractérisations, dispositifs de manoeuvre et poignées constituent les interfaces principales entre les porteurs et les aides de port. Leur construction, conception et disposition sont examinées et évaluées.

Par ailleurs, les transports de patients sont analysés afin d'acquérir des connaissances sur les postures et les déroulements de mouvements, en particulier du système mainbras. Tenant compte de ces informations ainsi que des principes ergonomiques et anthropométriques, il en ressort des recommandations suscitant l'optimisation des différents systèmes de port. Les interfaces décrites représentent ici le centre d'intérêt.

Des propositions de construction de systèmes à poignées sont recensées et des développements internes sont présentés et évalués afin de contribuer à l'amélioration de la sécurité et de la santé des secouristes au travail.

Mots clés:

service de secours, transport de malades, aides de port, systèmes à poignées

1 Einleitung

Noch immer ist es nicht selbstverständlich, dass technische Erzeugnisse wie Maschinen, technische Anlagen, Fahrzeuge, Geräte oder Werkzeuge unter Berücksichtigung ergonomischer Erkenntnisse gestaltet werden. Medizinische Geräte im Rettungsdienst, insbesondere Tragehilfen, stellen hier keine Ausnahme dar. Klagen über Arbeitsbedingungen, zahlreiche Änderungswünsche, aber vor allem eine Vielzahl von Beschwerden und Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates zeigen dies deutlich.

Äußere nicht vorhersehbare Einflüsse, Fixgrößen wie Patientengewicht und räumliche Gegebenheiten, verstärken vielfach die Schwierigkeiten eines Rettungseinsatzes. Aus nahe liegenden Gründen ist eine Lastenreduzierung nur sehr begrenzt möglich. Ebenso können normative und rechtliche Regelungen dieser Problematik nicht oder in nur sehr geringem Maße entgegenwirken. Als organisatorische Maßnahme wäre eine Aufstockung des Personals pro Einsatzfahrzeug denkbar. Eine gezielte Selektion der Rettungsdienstmitarbeiter anhand körperlicher Mindestvoraussetzungen scheint dagegen abwegig.

Grundlage einer ergonomischen Betrachtung und Gestaltung von Tragehilfen bilden neben den entsprechenden normativen Forderungen anatomische, motorische und physiologische Voraussetzungen des Menschen, insbesondere die speziellen Parameter eines Notfalleinsatzes bzw. Krankentransportes. Die zahlreichen unvorhersehbaren und schwer beeinflussbaren äußeren Faktoren sind daher oft mit Gesundheitsgefährdungen verbunden. Die entsprechende Normung der Arbeitsmittel sieht daher Maximalgewichte sowie eine generelle Gefährdungsfreiheit unter Berücksichtigung konstruktiver und ergonomischer Erkenntnisse für die einzelnen Tragehilfen vor.

Zwar fördern Hebe- und Tragetechniken einen bewussten Umgang mit hohen Lasten und vermitteln lastgerechte Bewegungsabläufe, sie können aber den äußeren Gegebenheiten, die oft dem Erlernten entgegenstehen, nicht gerecht werden. Insbesondere beengte Treppenräume erfordern unübliche Bewegungen, um den Transport möglichst sicher durchzuführen. Dabei lassen die Tragehilfen meist nur sehr eingeschränkte Greifmöglichkeiten zu. Lediglich in Standardsituationen, beim Anheben und Absetzen, sind Forderungen nach beispielsweise gestrecktem Oberkörper unter Vermeidung des Rundrückens möglich. Erst die Wechseltechnik (Abb. 1.1), das manuelle Aufschaukeln des Tragenfahrgestells durch wechselseitiges Anheben bzw. Herunterdrücken, hat eine deutliche Entlastung zur Folge. Jedoch ermöglichen nicht

alle Fahrgestellkonstruktionen den Einsatz dieser Technik. Technische oder mechanische Unterstützungen zur Lastminderung innerhalb der Tragehilfen sind insgesamt nur sehr eingeschränkt vorhanden.

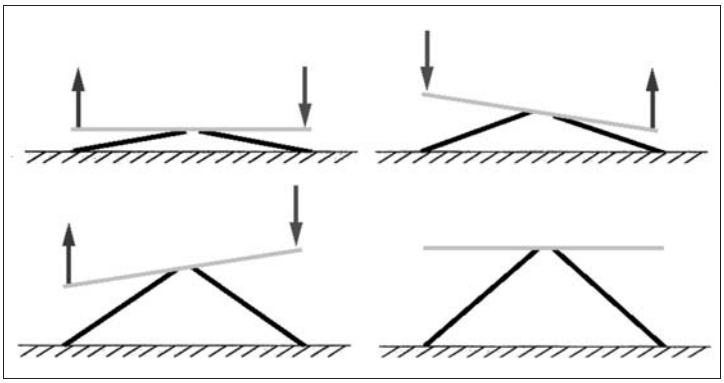


Abb. 1.1 Schematische Darstellung der Wechseltechnik (Strasser, 2001)

Hinweise für die Gestaltung neuer Tragenmodelle, wie Fahrtragen (Kluth, Aydin, Strasser, 2001), zeigten stets Defizite in Griffgestaltung und Konstruktion der Bedieneinrichtungen. Gewichtsunterschiede traten bei den untersuchten Modellen nach subjektiver Einschätzung der Probanden in den Hintergrund, so dass gerade unterschiedliche Detaillösungen der Schnittstellen zwischen Träger und Tragehilfe hier als Maß für gutes Handling anzusehen sind. Eine Zusammenstellung und ergonomische Evaluation der gebräuchlichsten Tragehilfen, sowohl für den liegenden als auch für den sitzenden Krankentransport, soll im Rahmen dieser Untersuchung übergreifend Schwachpunkte aufzeigen. Am Beispiel der Griffgestaltung einer einfachen Krankentrage sollen weitere Verbesserungen der Schnittstellen erarbeitet werden.

2 Material

In den folgenden Kapiteln werden die Untersuchungsobjekte – Tragehilfen – anhand normativer Forderungen sowie spezieller ergonomische Vorgaben beschrieben. Es werden zudem die im Rahmen der ergonomischen Evaluation näher untersuchten Bauteile benannt und charakterisiert.

2.1 Untersuchungsobjekte

Für den vorliegenden Bericht wurden typische Transportmittel des Rettungsdienstes ausgewählt. Hierbei handelt es sich ausschließlich um manuell bewegte Tragehilfen. Als typisch werden in diesem Zusammenhang diejenigen Transportmittel bezeichnet, die überwiegend im alltäglichen Rettungseinsatz genutzt werden. Vorwiegend sind dies die in DIN EN 1865 (1999), Festlegungen für Krankentragen und andere Krankentransportmittel im Krankenkraftwagen, beschriebenen Gruppen (Abb. 2.1) von

Transportmitteln wie Haupttrage, Tragetuch, Schaufeltrage und Tragesessel. Weiteres Kriterium zur Festlegung typischer Untersuchungsobjekte sind die zur Zeit bei Feuerwehr und Rettungsdienst im Raum Dortmund im Einsatz befindlichen Transportmittel.

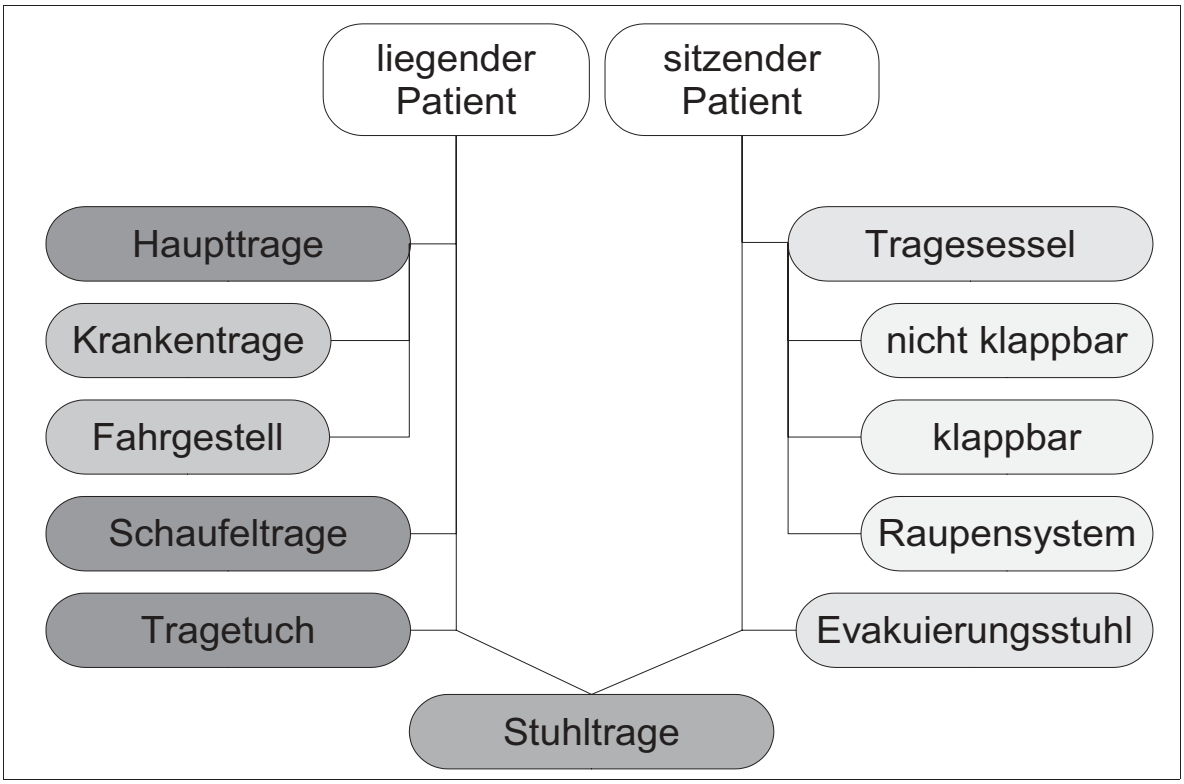


Abb. 2.1 Schematische Übersicht der Tragehilfen, Einteilung in Liegend- und Sitzendtransport

2.1.1 Haupttrage

Eine Haupttrage setzt sich aus den Funktionseinheiten Krankentrage und Fahrgestell zusammen und wird daher auch als „Roll-In-System“ bezeichnet. Sie stellt das Hauptrettungsmittel dar, mit dem Patienten in erster Linie in liegender Position befördert oder behandelt werden können. Die kooperierenden Rettungsdienste nutzen Haupttragen wie sie hier beschrieben werden.

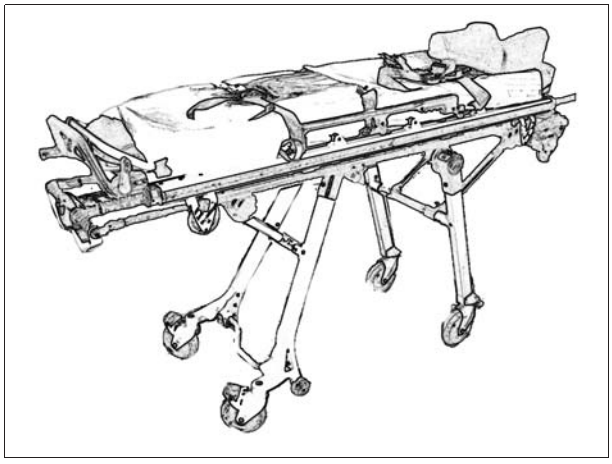


Abb. 2.2 Haupttrage

Für diese Untersuchung standen vier Tragensysteme unterschiedlicher Hersteller zur Verfügung. Bei den untersuchten Geräten handelt es sich ausschließlich um Haupttragen mit getrenntem Fahrgestell. Integrierte Fahrgestellsysteme, als bauliche Kombination aus Krankentrage und Fahrgestell, werden selten bzw. nicht eingesetzt und sind für deutsche Rettungsdienste untypisch. Auf diese Systeme wird im Folgenden nicht näher eingegangen.

2.1.1.1 Krankentrage

Eine Krankentrage dient dem Transport und der Behandlung liegender Patienten. Sie besteht hauptsächlich aus den Elementen Rahmen, Liegefläche, Matratze und Patientensicherung. Die Gestaltung der Liegefläche wird vor allem durch medizinische Anforderungen, wie die Möglichkeit zur Herz-Lungen-Wiederbelebung oder die Verstellbarkeit von Fuß- und Rückenteil, bestimmt.

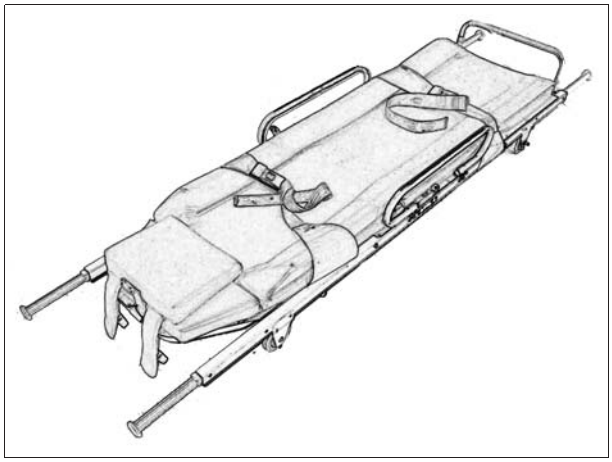


Abb. 2.3 Krankentrage

Die ergonomischen Vorgaben aus DIN EN 1865 empfehlen in erster Linie eine verletzungsfreie Nutzung. Dies gilt sowohl für den Patienten als auch für die Träger. Krankentragen sollen daher frei von scharfen Kanten sein. Ausziehbare Griffe müssen arretierbar und gegen Verdrehen gesichert sein. Ihre Konstruktion soll das Verletzungsrisiko an Armen und Händen des Trägers reduzieren.

Desweiteren geht DIN EN 1865 auf die zu erwartende Gewichtsbelastung des einzelnen Trägers ein. Maximal das halbe Gesamtgewicht (Trage inklusive Patient) sind je Träger bei kaum gebückter Haltung anzustreben. Dies setzt eine optimale Gewichtsverteilung zumindest für die Tragenkonstruktion voraus, deren Gesamtgewicht sich auf höchstens 23 kg beschränken sollte, unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Grundsatzes, dass das Gesamtgewicht so gering wie möglich zu halten ist.

2.1.1.2 Fahrgestell

Die untersuchten Fahrgestelle bestehen aus einer Aufnahme für eine Krankentrage sowie einem höhenverstellbaren Unterbau mit vier Rädern, von denen mindestens

ein Paar lenkbar ist. Diese sollen die Rettungdienstmitarbeiter beim Transport der Krankentrage unterstützen. Auf diese Weise sollen die Träger sowohl beim Überwinden befahrbarer Wege, als auch beim Aus- und Einladen aus dem bzw. in das Rettungsfahrzeug unterstützt werden. Zudem erleichtern Fahrgestelle in Abhängigkeit ihrer Konstruktion das Anheben und Ablassen von Patient und Krankentrage. Erfordert die medizinische Situation des Patienten eine spezielle Lagerung, z. B. Schocklage, kann diese ebenfalls mit Hilfe des Fahrgestells ermöglicht werden.

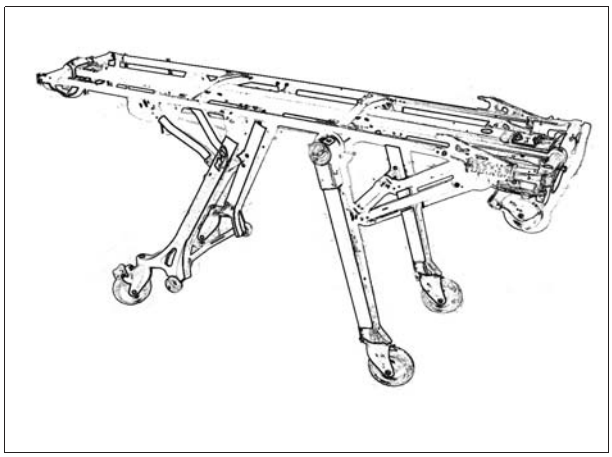


Abb. 2.4 Fahrgestell

Auch für das Fahrgestell gilt die verletzungsfreie Nutzung, die unter anderem durch das Abrunden von Ecken und Kanten gewährleistet wird. Bedieneinrichtungen sind an Körpermaße, Körperkräfte sowie anatomische und physiologische Gegebenheiten anzupassen. Kennzeichnungen der Funktionen sind eindeutig und möglichst graphisch zu gestalten und dauerhaft anzubringen. Unbeabsichtigtes Auslösen muss ausgeschlossen werden können. Das Maximalgewicht des Fahrgestells ist auf 28 kg beschränkt. Es sollte jedoch so gering wie möglich gehalten werden.

2.1.2 Stuhltrage

Stuhltragen, wie sie die DIN EN 1865 beschreibt, entsprechen in wesentlichen Funktionen den Krankentragen (Kapitel 2.1.1.1), wobei die Grundkonstruktion sowohl den sitzenden als auch den liegenden Transport des Patienten zulässt. Das Gesamtgewicht, das wiederum so gering wie möglich gehalten werden soll, darf 23 kg nicht überschreiten. Die verletzungsfreie Nutzung gilt als selbstverständliche Forderung.

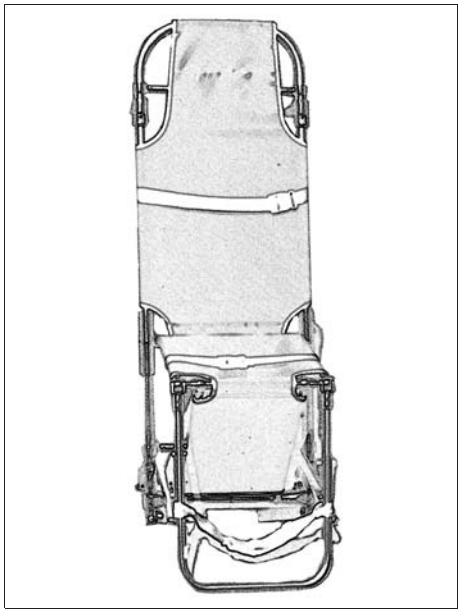


Abb. 2.5 Stuhltrage (nach EMS)

Die Evaluierung der Tragehilfen zeigt eine klare Trennung der eingesetzten Geräte in solche, die nur für den liegenden und solche, die ausschließlich für den sitzenden Transport vorgesehen sind.

Auf die Stuhltragen wird daher auf Grund ihrer geringen Bedeutung im Weiteren nicht näher eingegangen. Transportmittel für den sitzenden Transport eines Patienten sind in Kapitel 2.1.1.1 (Tragesessel) beschrieben.

2.1.3 Schaufeltrage

Schaufeltragen eignen sich für den Liegendtransport. Sie sind zerlegbare zweiteilige Tragehilfen, die es ermöglichen, einen Patienten möglichst schonend aufzunehmen, um ihn anschließend auf eine andere Tragehilfe, in der Regel eine Krankentrage, umzulagern. Der Patient kann in seiner vorgefundenen Position bewegt werden. Auf längeren Wegestrecken ist auf Grund der schmalen Bauform der Schaufeltrage eine Begurtung bzw. Fixierung des Patienten einzusetzen.

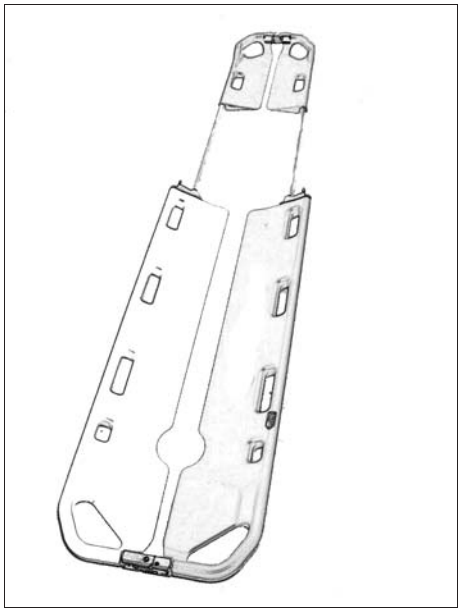


Abb. 2.6 Schaufeltrage

Bei möglichst geringem Gewicht, ist nach DIN EN 1865 die Höchstgrenze von 11 kg nicht zu überschreiten. Eingelassene Griffe sind umlaufend vorzusehen. Die eingesetzten Bolzen und Scharniere dürfen sich nicht selbstständig öffnen.

2.1.4 Tragetuch

Das Tragetuch dient sowohl dem Sitzend- als auch dem Liegendtransport von Patienten, wobei dieser wie in eine Tragetasche eingehüllt befördert wird. Es besteht aus einer tuchförmigen Liegefläche, an der umlaufend Griffe oder Griffschlaufen befestigt sind. Ein Fußsack soll das Abrutschen verhindern.

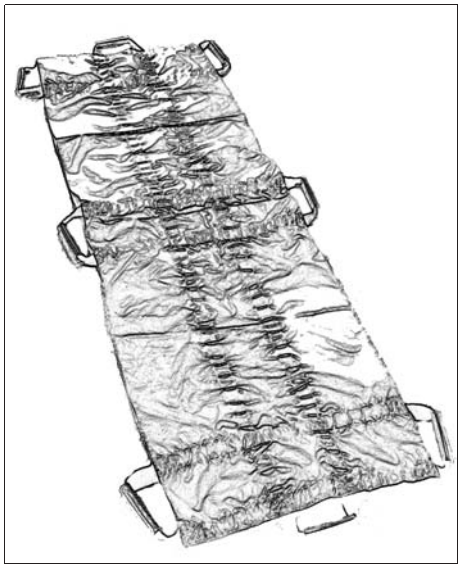


Abb. 2.7 Tragetuch

Der Transport erfolgt konstruktionsbedingt sehr flexibel, da Patient und Tragetuch in nahezu sämtliche Richtungen bewegt werden können. Enge gewundene Treppenräume oder Örtlichkeiten mit geringem Raumangebot stellen daher die bevorzugten Einsatzorte dar. Der Patient wird schließlich

auf eine zweite Tragehilfe umgelagert oder mitsamt Tragetuch z. B. auf einer Krankentrage weitertransportiert.

Die ergonomischen Vorgaben aus DIN EN 1865 sehen ein Gewicht, das 5 kg nicht überschreitet, vor. Zur Optimierung des Transportes durch möglichst viele Träger und damit einer Lastreduzierung für den einzelnen Träger sind mindestens 3 Tragegriffe je Seite vorzusehen.

2.1.5 Tragesessel

Tragesessel dienen vorwiegend der Beförderung sitzender Patienten. Sie können sowohl für den Transport außerhalb, als auch innerhalb von Rettungsfahrzeugen geeignet sein. Als Hauptsessel werden hier diejenigen Tragesessel bezeichnet, die auch für den sicheren Transport im Rettungsfahrzeug geeignet und gemäß DIN EN 1789 (2003), Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausrüstung, zugelassen sind. In der Regel ermöglichen alle Konstruktionen ein Tragen des Patienten, das Schieben bzw. Fahren auf ebenem Untergrund ähnlich einem Rollstuhl oder sogar den Transport über Treppenstufen.

2.1.5.1 Nicht klappbare Tragesessel

Sie verfügen über eine bequeme Polsterung, sind stabil ausgeführt, bieten ausreichend Platz sowie Armlehnen für den Patienten. Häufig sind sie mit einer gepolsterten Fußstütze und einer neigbaren Rückenlehne ausgestattet. Nicht klappbare Tragesessel eignen sich auf Grund ihrer robusten, stabilen Konstruktion als Hauptsessel und sind daher für die Fahrt im Rettungsfahrzeug für sitzende Patienten geeignet. Aus diesem Grund sind sie zusätzlich mit einer Fahrzeugarretierung versehen.

Abb. 2.8 nicht klappbarer Tragesessel

Zum Überwinden von Treppen und Hindernissen verfügen sie an Kopf- und Fußende über Tragegriffe, die ausziehbar oder klappbar montiert sind. Für den Transport auf ebenen Flächen sind sie gemäß Normung mit vier Rollen auszustatten, von denen mindestens zwei für die Geradeausfahrt festzu-

stellen sind. Im oberen Bereich der Rückenlehne sind daher ebenfalls Griffmöglichkeiten zum Schieben vorhanden. Als ergonomische Vorgabe sieht DIN EN 1865 ein Höchstgewicht von 22 kg vor.

2.1.5.2 Klappbare Tragesessel

Klappbare Tragesessel sind für den Transport des Patienten zur Haupttrage oder zum Hauptsessel konzipiert. Als Behelfstransportmittel dürfen sie in der Regel nicht zum Weitertransport im Rettungswagen eingesetzt werden. Kombinierte Not-/ Tragesitze in Rettungsfahrzeugen sind hiervon ausgenommen. Sie können zusammengelegt platzsparend befördert werden und ermöglichen durch ihre kompakte Bauform einen bequemen Patiententransport bei eingeschränkten Platzverhältnissen. Eingeschränkt ist somit gleichzeitig das Platzangebot für den Patienten. Auf Armlehnen wird üblicherweise verzichtet.

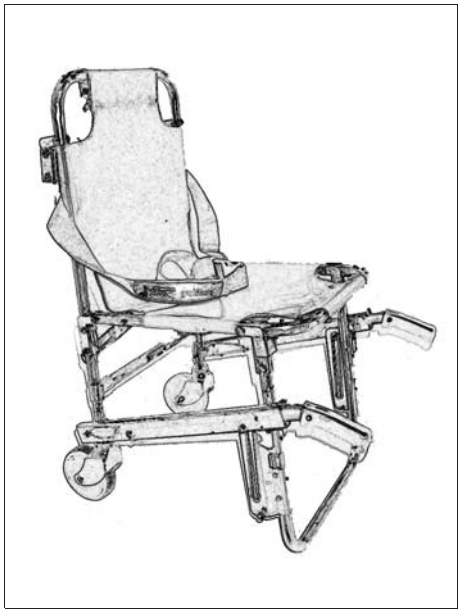


Abb. 2.9 klappbarer Tragesessel

Neben einem Maximalgewicht von 10 kg sind rutschfeste Griffe an Kopf- und Fußteil aus ergonomischer Sicht in DIN EN 1865 gefordert. Selbstständiges Öffnen der Verriegelungen ist auszuschließen.

2.1.5.3 Klappbare Tragesessel mit Raupensystem

Klappbare Tragesessel mit Raupensystem erweisen sich mehr und mehr als Alternative zum herkömmlichen Sessel. Ihr erweitertes Fahrwerk ist ein geeignetes Mittel zur Entlastung der Rettungsdienstmitarbeiter beim Transport treppab. Sie entsprechen weitgehend dem einfachen klappbaren Tragesessel, sind jedoch um ein an der Rückseite montiertes raupenartiges Fahrgestell erweitert. Als Behelfstransportmittel können sie nicht zum Weitertransport im Rettungswagen eingesetzt werden, sind jedoch platzsparend zusammenlegbar. Bauformen dieser Art werden in DIN EN 1865 nicht beschrieben.

Hauptmerkmal stellt ein Raupensystem dar, das den Abwärtstransport auf Treppen unterstützt. Bei der hier gezeigten Form der Tragehilfe (Abb. 2.10) handelt es sich

um einen modifizierten klappbaren Tragesessel. Der modifizierte Tragesessel verfügt zusätzlich über einen langen stabilen Bügelgriff an der Rückseite. Er dient als Hebel, an dem der Stuhl sicher und mit geringem Kraftaufwand geführt und auf die Treppenstufen gedrückt werden kann.

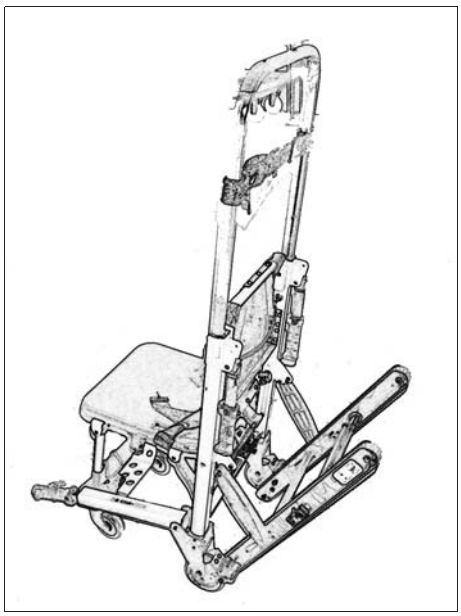


Abb. 2.10 Tragesessel mit Raupensystem

2.1.5.4 Evakuierungsstuhl

Im Gegensatz zu den bereits genannten modifizierten Tragesesseln ist der vielfach eingesetzte Evakuierungsstuhl ursprünglich als eigenständige Konstruktion, nämlich als „Vor-Ort-Rettungsmittel“, konzipiert worden. Häufig wird er daher in Treppenhäusern oder auf Fluren in Betrieben jederzeit zugänglich vorgehalten. Laienhelfern soll der schnelle und sichere Transport bewegungseingeschränkter Personen ermöglicht werden. Er ist jedoch nicht grundsätzlich mit Tragegriffen ausgerüstet, so dass er vorwiegend treppab oder auf ebenem Untergrund bewegt wird. Hindernisse können ein Problem darstellen.

Immer häufiger wird der Evakuierungsstuhl auch von Rettungsdiensten zum Krankentransport eingesetzt und trägt damit zur Entlastung der Mitarbeiter, insbesondere beim Überwinden von Treppen, bei.

Abb. 2.11 Evakuierungsstuhl

2.2 Untersuchte Bauteile

Neben einer umfassenden Betrachtung aller Tragehilfen sind auch Konstruktionsdetails von großer Bedeutung. Sie entscheiden einzeln oder im Verbund über Handhabbarkeit, Sicherheit und Funktionalität der Systeme, in die sie eingebunden sind. In einem Katalog (Anhang VII) sind diese Bauteile mit ihren Parametern näher benannt. Kriterium zur Auswahl dieser Bauteile ist zum einen ihre vermutete Bedeutung

für das Gesamtsystem Tragehilfe, zum anderen ihre Bedeutung als Teil einer Schnittstelle zwischen Arbeitsmittel und Anwender. An den Tragehilfen wurde daher besonderer Wert auf die Untersuchung von Fahrgestellen, Bedieneinrichtungen und Handgriffen sowie von sicherheitsrelevanten Kennzeichnungen gelegt.

Fahrgestelle im Sinne der Datenaufnahme sind sowohl eigenständige Fahrgestelle (Abb. 2.12) nach Kapitel 2.1.1.2 als auch Fahrwerke in Form von Rädern, beispielsweise einer Krankentrage (Abb. 2.13) oder eines Tragesessels. Es werden alle Aspekte erfasst, die den Kontakt zwischen Tragehilfe und Untergrund herstellen, aber auch zur selbstständigen Fortbewegung einer Tragehilfe dienen. Hier sind insbesondere Räder, deren Durchmesser, Anzahl und Lenkbarkeit zu nennen. An den eigenständigen Fahrgestellen werden weitere separat erfasste Bauteile dokumentiert. Hierzu zählen Höhenverstellung, montierte Bedieneinrichtungen sowie Beschriftungen und Griffe.

Abb. 2.12 Fahrgestell

Abb. 2.13 Einzelrad Krankentrage

Die **Bedieneinrichtungen** (Abb. 2.14) sind ihrerseits durch eigene Parameter gekennzeichnet. Hier sind die aufzuwendenden Bedienkräfte, Schaltwege und -richtungen, die Erreichbarkeit, d. h. die Lage relativ zum Benutzer, aber auch Anzahl und Funktionalität von Interesse sowie Gestalt und Form der Hebel, Schalter und Riegel sowie die Häufigkeit ihrer Nutzung.

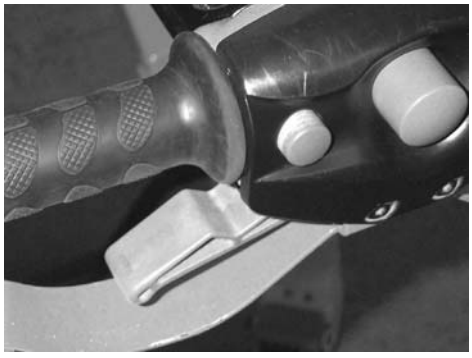


Abb. 2.14 Bedieneinrichtung

Der intensivsten Betrachtung bedürfen die **Griffe** (Abb. 2.15). Sie sind entscheidendes Glied in der Kette zwischen Patient, Tragehilfe und Rettungsdienstmitarbeiter. Sie übertragen Kräfte und Momente, Schwingungen und Stöße sowohl von der Trage auf den Träger als auch in umgekehrter Richtung. Hier sind Parameter wie Anzahl, Anordnung und mögliche Griffpositionen zu nennen. Ihre Länge, ihr Abstand zur Tragehilfe und die möglichen Stufen, in denen sie arretiert werden können, sind ebenfalls von Bedeutung. Als Teil eines jeden Griffes zeichnen Länge, Sitz und

Profilierung den Griffüberzug (Abb. 2.16) aus. Es soll der Frage nach möglichen Griffpositionen und deren Eignung nachgegangen werden.

Abb. 2.15 Einfacher Handgriff

Abb. 2.16 Griffüberzug

Als Teil der hinweisenden Sicherheitstechnik kommt der **Kennzeichnung** (Abb. 2.17) eine entscheidende Rolle zu. So stellen sich nachfolgende Fragen: Sind Sprache und Inhalt leicht verständlich? Ist die Positionierung richtig gewählt, so dass eine ständige Sichtbarkeit gewährleistet ist? Kann die Haltbarkeit der Beschriftungen über den gesamten Lebenszyklus der Tragehilfe gewährleistet werden?

Abb. 2.17 Bedienungs- und Sicherheitshinweise

Die Ergebnisse werden als Zahlenmaterial und Kurzinformation in Auszügen im Anhang VIII (Datensatz Tragesessel D-1) erfasst und auch in Kapitel 4.2 (Ergebnisse) zusammengefasst beschrieben. Eine ausführliche Fotodokumentation wurde ebenfalls erstellt und in Teilen hier wiedergegeben.

3 Methoden

3.1 Messmethoden

Für die Bestandsaufnahme der unterschiedlichen Tragehilfen wurden an den Untersuchungsobjekten Messungen an unterschiedlichen Bauteilen durchgeführt. Ziel ist die Erfassung möglichst vieler relevanter Details. Hierzu wurden vorwiegend Längen-, Breiten- und Dickenmessungen an den Objekten durchgeführt. Diese um-

fassen beispielsweise Grifflängen, Materialstärken, Querschnittsabmessungen, aber auch Achslagen und Winkel an Griffachsen und Bauteilen. Eine ausreichende Messgenauigkeit konnte mit den verwendeten Geräten erzielt werden. Auf eine Beschreibung elementarer Messwerkzeuge und -methoden wird hier verzichtet.

Dem direkten Kontakt zum Untersuchungsobjekt kommt die größte Bedeutung zu. Daher wird den Messungen an den Schnittstellen zwischen Träger und Tragehilfe mehr Beachtung geschenkt. Hier sind die Härtemessung der Griffe sowie die Messung der erforderlichen Betätigungskräfte an Verriegelungen und Bedieneinrichtungen zu nennen.

3.1.1 Härtemessung

Die Härtemessung soll Informationen über die Materialbeschaffenheit einiger Bauteile liefern, um schließlich Aussagen über die ergonomische Eignung treffen zu können. Die Härte eines Werkstoffes ist der Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines härteren Körpers entgegensetzt.

Die einzelnen Verfahren werden daher durch Definition der Form des Eindringkörpers, der notwendigen Kraft und der Auswertungsmethode eindeutig festgelegt. Sie unterscheiden sich desweiteren nach den zu prüfenden Materialien. Für diese Härtemessung wurde daher das zerstörungsfreie Verfahren nach Shore-A zur Härteprüfung gemäß DIN 53 505 (08.2000) ausgewählt. Es eignet sich für Elastomere, Naturkautschuk, Neoprene, Gießharze, Polyester, Weich-PVC, Leder etc. und kann somit bei den vorliegenden Prüfobjekten, Griffüberzügen und Reifen eingesetzt werden.

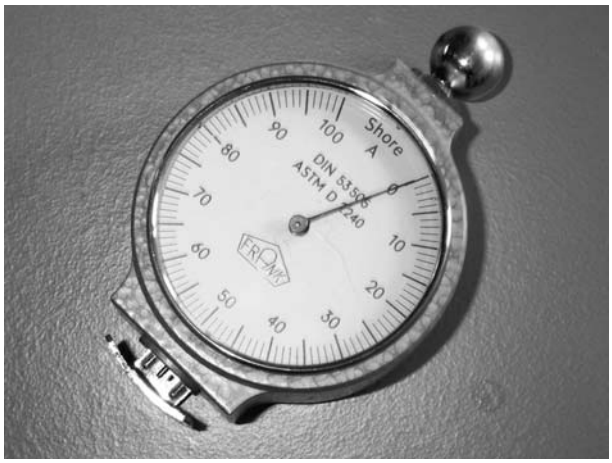


Abb. 3.1 Messuhr Shore-A

Zur Messung steht das Handmessgerät ASTM D 2240 (Abb. 3.1) der Firma Frank zur Verfügung, das mit seiner Auflagefläche stoßfrei auf den Probenkörper gedrückt wird. Der Eindringkörper, ein Kegelstumpf, wird von einer Feder mit einer Anpresskraft von 10 N in die Materialprobe gedrückt. Es wird nun die Verformung der Probe während des Einwirkens der Prüfkraft gemessen. Die Eindringtiefe wird auf der Messuhr angezeigt und kann direkt in der Einheit Shore-A abgelesen werden.

3.1.2 Kraftmessung

Im Rahmen dieser Untersuchung werden die an den Tragehilfen eingesetzten Verriegelungen und Bedieneinrichtungen unterschiedlichster Funktionen untersucht. So finden sich Bedienelemente zur Griffverstellung, die federbelastet sind. Höhenverstellungen, Sicherungen und Arretierungen an Fahrgestellen werden ebenfalls über verschiedene Hebel und Drucktaster betrieben. Die an diesen Bedieneinrichtungen aufzubringenden Zug- oder Druckkräfte wurden mit Hilfe eines Kraftmessers ermittelt. Diese Finger- und Handkräfte sollen zur Beurteilung der Qualität der Bedienbarkeit herangezogen werden.

Der verwendete Ringkraftmesser der Firma Tiedemann, Modell S 700 (Abb. 3.2), wird entweder über eine Kette mit dem entsprechenden Bauteil verbunden, um Zugkraftmessungen durchzuführen, oder zur Messung der Druckkräfte gegen das Stellteil gedrückt. Hierzu wurden ein Griffheft und eine Verlängerungsspitze angebaut.

Wird an dem entsprechenden Bauteil gezogen oder gedrückt, zeigt der Schleppzeiger der Messuhr die Verformung des umlaufenden Ringes infolge Druck (rot) bzw. Zug (blau) an. Der abgelesene Messwert liefert nach Umrechnung (Anhang III) und Interpolation – gemäß Herstelleranweisung und zugehöriger Eichtabelle (Anhang IV) – die aufgebrachte Kraft in N (Newton).

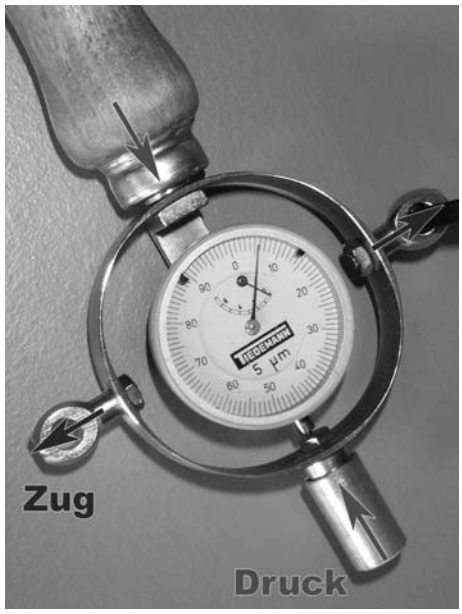


Abb. 3.2 Ringkraftmesser

Während der Messung ist die für eine Betätigung ausschlaggebende Kraftrichtung zu beachten. Insbesondere an Hebeln führen unterschiedliche Kraftangriffspunkte zu abweichenden Messwerten. Es wurden daher mehrere Messungen an üblicherweise genutzten Angriffspunkten durchgeführt und die Ergebnisse arithmetisch gemittelt. Das Messergebnis wird bei erfolgter Auslösung der Funktion des jeweiligen Stellteils abgelesen. Die maximale Belastung der Messuhr von 200 N darf nicht überschritten werden.

Tab. 3.1 Übersicht der Messwerkzeuge

Parameter	Messgerät	Dimension	Beispiel
Durchmesser	Messschieber	mm	Griffe, Räder
Länge, Breite	Maßband	cm	Gesamtlänge, Profilbreite
Achsabstände	Maßband	cm	Griffachsen
Materialstärke	Messschieber	mm	Griffüberzüge
Radius	Radienlehre	mm	Ausrundungen an Kanten
Zug-/Druckkraft	Kraftmesser	N	Bedieneinrichtungen
Materialhärte	Härtemesser	Shore A	Griffüberzüge, Bereifung
Winkel	Winkelmesser	Grad	Neigung Raupensysteme

3.2 Ergonomische Evaluation

Die ergonomische Evaluation soll die Einschätzung der Wirkungsweise, Wirksamkeit und Wirkungszusammenhänge im System Mensch – Tragehilfe ermöglichen. In der Folge soll sie Erkenntnisse zur Neugestaltung von Tragehilfen hervorbringen und zur Analyse bereits bestehender Systeme dienen. Ziel ist die körpergerechte Konstruktion der Tragehilfen bei gleichzeitiger Optimierung von Transportabläufen zur Begrenzung von Gefährdungen der Gesundheit der Rettungsdienstmitarbeiter. Die Evaluation erfasst zunächst mit Hilfe von Checkliste, Fragebogen und Interview weit gefächert und umfassend Informationen zu den verwendeten Tragehilfen. Die Thermographie soll im Weiteren die möglichen physiologischen Einflüsse einer Griffgestaltung insbesondere auf die Durchblutung der Hände erfassen und darstellen. Typische Bewegungsabläufe des Rettungsdienstmitarbeiters sowie das Verhalten des Hand-Arm-Systems beim Heben und Tragen werden in einer Videodokumentation analysiert. Schließlich werden Daten zum Hand-Arm-System erfasst.

3.2.1 Checkliste

Für die Aufnahme relevanter Daten an den Untersuchungsobjekten wurde eine umfassende Checkliste (Anhang VII) erstellt. Mit ihr sollen im ersten Schritt ein Überblick über die gesamte Tragehilfe erlangt und in drei Unterpunkten diejenigen Bauteile erfasst werden, die als bezeichnend für das jeweilige untersuchte Modell angesehen

werden können. In erster Linie handelt es sich hier um Bedieneinrichtungen, Fahrgestelle sowie Tragegriffe. Als relevante Details dieser Bauteile sind unter anderem deren Form, Abmessung, farbliche Gestaltung, Anordnung etc. von Interesse. In einer Datenbank (Anhang VIII) wurden die Informationen inklusive zugehöriger Bilddokumentation gesammelt.

3.2.2 Fragebogen

Da für das Tragesystem „Evakuierungsstuhl“ zwei Modellvarianten, D-2 und D-3, mit unterschiedlichen Tragemöglichkeiten zur Verfügung standen, wurde zur Dokumentation und Auswertung der mit dem Rettungsdienst geplanten Feldversuche ein Fragebogen (Anhang VI) entwickelt. Er soll von Rettungsmitarbeitern im Rahmen ihrer Einsatztätigkeiten bearbeitet werden. Ziel dieser Befragung ist es, Erkenntnisse insbesondere zum Nutzen des modifizierten Modells bzw. des erweiterten Funktionsumfanges und der neuen Komponenten zu erlangen.

3.2.3 Interview

Zur systematischen Zusammenstellung und Dokumentation wurden im Rahmen einer Interviewrunde nochmals 15 Rettungsdienstmitarbeiter zu den vor Ort untersuchten Tragehilfen anhand eines halbstandardisierten Interviewleitfadens befragt. Es konnte auf langjährige Einsatzerfahrungen zurückgegriffen werden. So wurden verschiedene Aspekte zum Einsatz der Tragehilfen sowie Änderungswünsche gesammelt und erfasst.

3.2.4 Thermographie

Die Thermographie ist ein Diagnoseverfahren, mit dem die Verteilung der Hauttemperatur erfasst, visualisiert und quantifiziert werden kann. Wärme, die vom Körper produziert wird, wird über die Hautoberfläche durch Wärmestrahlung, Konvektion, Konduktion und Verdunstung abgegeben. Die aktuelle lokale Temperatur der Haut ist abhängig von der Durchblutung der Haut.

Mit Hilfe einer Infrarot-Kamera, Thermovision 470 der Firma Agema, wird die Oberflächentemperatur der Haut auf 0,1°C genau bestimmt und auf einem Monitor dargestellt. Temperaturunterschiede werden sowohl farbcodiert bildhaft wiedergegeben – Thermogramm – als auch quantitativ für jeden Bildpunkt erfasst, so dass sich örtliche und zeitliche Temperaturgradienten und Temperaturverteilungen messen lassen.

Das Thermogramm (Abb. 3.3) wird bestimmt durch Gefäßversorgung, Durchblutungsgrad in der Haut und dem darunter liegenden Gewebe sowie dem darin ablaufenden Metabolismus.

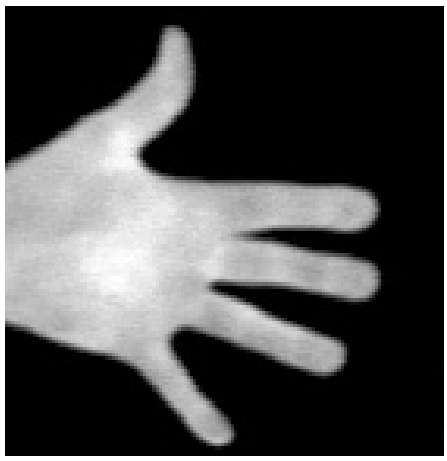


Abb. 3.3 Thermogramm einer Hand

Die Griffe übertragen die Kräfte auf die Hände. Es wird daher angenommen, dass diese Kraftübertragung zu Veränderungen der oberflächlichen Gewebedurchblutung an den Handinnenseiten führt. Mittels Thermographie soll der Versuch unternommen werden, die Auswirkungen der Kraftübertragung auf den Körper darzustellen und zu dokumentieren. Die an den ausgewählten Tragehilfen montierten Griffe unterscheiden sich deutlich in Profilierung, Ausformung und Abmessung. Es wird daher vermutet, dass nicht nur die Höhe der übertragenen Kraft, sondern auch die Form der Krafteinleitung bzw. -übertragung die Durchblutung beeinflusst.

Für die Versuche wurden Thermogramme der Hände vor und nach einer statischen Belastung (Halten der Trage ohne weitere Bewegung) erstellt und zur Beurteilung anschließend graphisch aufbereitet.

3.2.5 Videodokumentation

Um konstruktive Gesichtspunkte im Zusammenhang mit anatomischen und bewegungsphysiologischen Aspekten leichter vergleichen und beurteilen sowie ergonomische Gestaltungsvorschläge überprüfen und weiterentwickeln zu können, wurden die Bewegungsabläufe während des Transportvorganges in Laborversuchen mittels digitaler Videotechnik dokumentiert. Für diese Videodokumentation kann der Gesamtablauf in die Ganzkörperbewegung der Träger und die Bewegungen des Hand-Arm-Systems unterteilt werden. Da Hände und Arme die wichtigste Kontaktstelle zur Tragehilfe bilden, wurden sie als Schwerpunkt der Beobachtungen ausgewählt.

Abb. 3.4 Videodokumentation im Treppenraum

In einem Treppenraum (Abb. 3.4) wurden als Simulationsversuche verschiedene Kameraperspektiven gewählt. Die aussagekräftigsten Beobachtungen waren im Engstellenbereich des Treppenpodestes zu erwarten, da insbesondere an dieser Stelle an die Rettungsdienstmitarbeiter sehr hohe physiologische Ansprüche und an die Krankentrage hohe ergonomische Anforderungen gestellt werden. Gefilmt wurden das Hand-Arm-System und der Oberkörper in einer Ansicht von oben, von der Seite und von hinten. Die Aufnahmen bezogen sich überwiegend auf den stärker belasteten Träger am Kopfende des Patienten.

Abb. 3.5 Kamera an der Krankentrage

Desweiteren wurden mittels einer an der Trage montierten Kamera Detailaufnahmen der rechten Hand desselben Trägers während des gesamten Transportes gemacht (Abb. 3.5). Die Bewegungsabläufe und das gewählte System eines solchen Transportes werden in Kapitel 5.3 näher beschrieben.

3.2.6 Untersuchungen am Hand-Arm-System

Das Hand-Arm-System stellt die wichtigste Schnittstelle im System Mensch und Last dar. Von den Handgriffen ausgehend wird das Gewicht des Patienten und der Krankentrage über die Hände auf die Arme und schließlich auf den gesamten Körper übertragen. Daher ist eine Zielsetzung im Rahmen dieser Untersuchung – neben der Evaluation der Tragehilfen – die Diskussion eines Neuvorschlages zur Gestaltung eines Handgriffes. Für diese Neugestaltung einerseits und die Bewertung bereits vorhandener Handgriffe andererseits sind anthropometrische Daten erforderlich. Von besonderem Interesse sind dabei diejenigen Winkel, in denen sich die Hände, Arme und der Rumpf in Ruhestellung zueinander befinden (Abb. 3.7). Diese konnten jedoch keiner Quelle entnommen werden. Daher wurden Laborversuche zur Ermittlung und Messung dieser Winkel

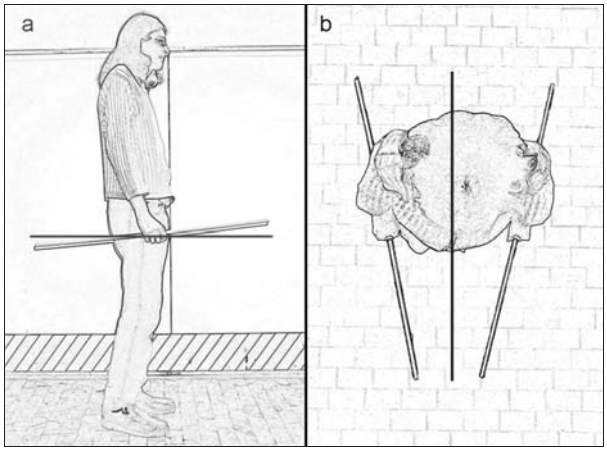


Abb. 3.6 Winkelmessung
a. horizontal
b. in Blickrichtung des Trägers

vorgenommen. Die Messungen wurden an mehreren Personen mit Winkelmesser und digitaler Wasserwaage (Abb. 3.7) durchgeführt.

Zur weiteren Erfassung der oben genannten Daten wurde eine fotografische Form der Darstellung gewählt, in der Mensch und Trageachsen erfasst werden sollten. Dabei war insbesondere die Wahl einer geeigneten Achsdarstellung zu treffen, da zu kurze Achsen in der Auswertung nicht deutlich genug zu erkennen sind. Sie führen zu einer ungenauen Winkelermittlung und somit zu abweichenden Messwerten. Zu lange oder auch zu schwere Stäbe und das Zugreifen außerhalb des Schwerpunktes haben unbewusste Gegenbewegungen zum Lageausgleich zur Folge, was ebenfalls zu verfälschten Ergebnissen führt. Die Trageachsen wurden durch Holzstäbe simuliert. Die Achsenlage ist außerdem indirekt abhängig von der Wahl des Griffdurchmessers. Kleine Durchmesser führen dazu, dass eher im Hakengriff mit den Fingern gehalten wird (Abb. 3.8b). Es stellt sich eine nahezu horizontale Lage der Achsen ein. Größere Durchmesser können gegen den Daumenballen (Abb. 3.8a) gedrückt werden, so dass sich die Achsen leicht nach vorne in Blickrichtung neigen.

Abb. 3.7 Horizontalwinkelmessung

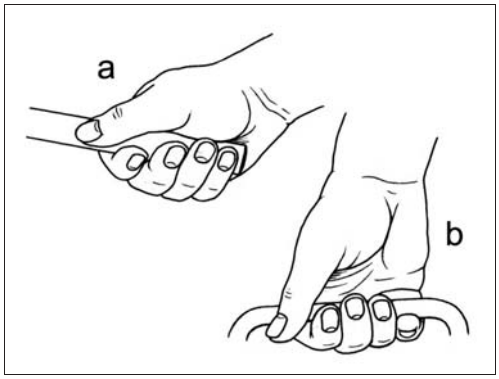


Abb. 3.8 Greifarten
a. Kraftgriff
b. Hakengriff
(Debrunner, 1988)

Exakte Winkelangaben können aus dieser Form der anthropometrischen Datenaufnahme nur sehr eingeschränkt entnommen werden, da von einer deutlich größeren Bandbreite auszugehen ist, die in den Versuchen nicht hinreichend genau ermittelt werden konnte. Es kann daher nur von tendenziellen Ergebnissen gesprochen werden.

4 Ergebnisse

Zunächst sollen einige allgemeine Erkenntnisse und Zahlenmaterial zur Thematik „Rettungsdienst“ genannt werden. In Kapitel 4.1 wird daher sowohl auf technisch-

organisatorische als auch auf Rettungsdienstmitarbeiter betreffende Fragen eingegangen.

Im folgenden Absatz 4.2 (Tragehilfen) werden zusammenfassend die Ergebnisse aus Interviewrunden und Untersuchungen der einzelnen Tragehilfen gesammelt und erläutert. Zur Darstellung von Konstruktionsdetails sowie zur Verdeutlichung der Erfahrungen, die aus einzelnen Versuchen zur Handhabbarkeit gewonnen werden konnten, sind an entsprechenden Stellen Bilder des umfangreichen Fotomaterials eingefügt. Die Detailergebnisse der ausführlichen Messungen sind in Auszügen in Anhang VIII (Datensatz Tragesessel D-1) erfasst.

Die Resultate der ergonomischen Evaluation sind in Kapitel 4.3 dargestellt. Sie sollen Grundlage einer ersten ergonomischen Neugestaltung sein, die zum Teil Inhalt dieses Berichtes ist. So zeigen die zusammengetragenen Erkenntnisse deutlich, dass insbesondere die ergonomische Gestaltung der Griffe einer genaueren Betrachtung bedarf. Konstruktions- und Gestaltungsgrundsätze der wichtigsten Schnittstellen – hier sind neben den Griffen die Bedieneinrichtungen und Kennzeichnungen an den Tragehilfen zu nennen – werden daher im Kapitel 5 (Diskussion und Schlussfolgerungen) erarbeitet.

4.1 Rettungsdienste

Mitarbeiter

Im Jahr 2002 waren im Rettungsdienst im Bundesgebiet insgesamt 102 020 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt. 60% von ihnen sind in den Hilfsorganisationen wie Johanniter Unfallhilfe (JUH), Malteser Hilfsdienst (MHD), Arbeiter-Samariter-Bund (ASB) und dem Deutschen Roten Kreuz (DRK) tätig. Die übrigen 40%, dies entspricht 40.736 Personen, sind Rettungsdienstmitarbeiter der Berufs- und Werkfeuerwehren sowie hauptamtliche Kräfte der Freiwilligen Feuerwehren (Anhang I). Zeitlich befristet beschäftigt sind etwa 10% der Mitarbeiter im Rettungsdienst. 9.736 sind als Zivildienstleistende im Rettungsdienst tätig. Hinzu kommen Praktikanten und Aushilfspersonal. Ein Viertel aller Rettungsdienstmitarbeiter der Hilfsorganisationen ist ehrenamtlich tätig. Die ca. 1.200 Mitarbeiter privater Rettungsdienste sind vorwiegend in den Bereichen Krankenfahrten und Krankentransport tätig. Zwar konnten keine genauen Zahlen des Sanitätsdienstes der Bundeswehr ermittelt werden, insgesamt sind jedoch rund 26.300 Soldatinnen und Soldaten in allen Bereichen des Gesundheitswesens beschäftigt.

Berufsbedingte Erkrankungen

Wie das Forschungprojekt zu Arbeitszeiten von Rettungsfachpersonal in verschiedenen europäischen Ländern deutlich zeigt, entfällt ein Großteil der Erkrankungen in diesem Tätigkeitsfeld auf das Muskelskelettsystem (Abb. 4.1). Mehr als 50% der Befragten in Deutschland beantworteten die Frage nach Beschwerden positiv. Berufsbedingte Erkrankungen des Muskelskelettsystems rangieren damit weit vor Hautkrankheiten und Unfallverletzung mit jeweils etwa 25% oder den Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit 10 % oder Unfallverletzungen.

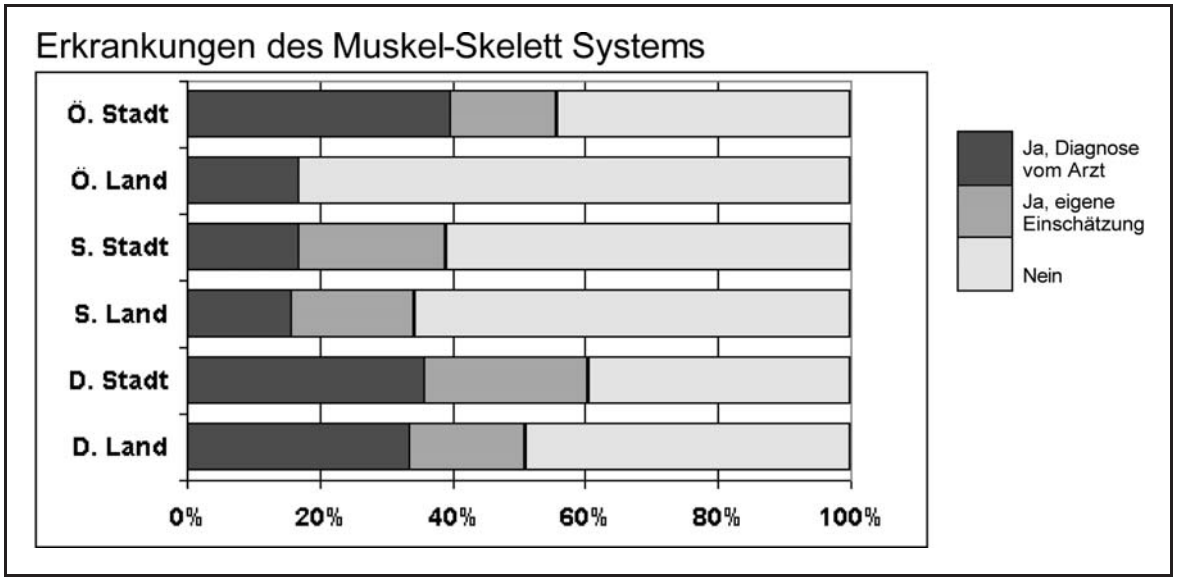


Abb. 4.1 Erkrankungen des Muskel-Skelett Systems, Forschungsprojekt zu Arbeitszeiten von Rettungspersonal in verschiedenen europäischen Ländern - Österrreich, Schweden, Deutschland
(Klußmann, Blechmann, Hasselhorn, 2003)

Neun arbeitsbedingte Risikofaktoren konnten als Hautpursachen für Rückenschmerzen und daraus resultierende Arbeitsunfähigkeit ausgemacht werden (Gaber, Hoeppner, 1993) (Tab. 4.1). Hier sind direkt wirkende Faktoren, die sich aus beengten Räumen wie Treppen oder Flure ergeben oder aber Paramter wie Patienten- und Gerätegewichten. Oft müssen in der Folge Hebe- und Tragetechniken vernachlässigt werden. Als indirekte Faktoren sind psychosoziale Belastungn genannt, die ihre Ursprünge in häufig auftretendem Zeitdruck, Schichtdienst und anderen Stressoren finden.

Lasten von durchschnittlich etwa 50 kg pro Träger werden nicht nur auf kurzen ebenen Wegen bewegt. Die typischen berufsbedingten Erkrankungen treten daher erwartungsgemäß im Bereich des Muskel-Skelett-Systems auf. Hier sind überwiegend Schäden an der Lendenwirbelsäule (Standke 1998) zu nennen.

Tab. 4.1 Arbeitsbedingte Risikofaktoren für das Auftreten von Rückenschmerzen (Gaber, Hoeppner,1993; Westerhoff, 1999)

1. Körperliche mittelschwere bis schwere Arbeit
2. Rotation der Wirbelsäule in beengten Räumen
3. Beugung der Wirbelsäule beim Transport von Patienten
4. Heben und Tragen von Patienten/Lasten mit plötzlichem Kaftwechsel
5. Ziehen und Schieben
6. Schichtdienst
7. Stress, Zeitdruck
8. Witterung (Hitze, Kälte, Nässe)
9. Unphysiologische Bewegungsabläufe

Einsätze

Jährlich rücken deutsche Rettungsdienste zu mehr als 10 Millionen Einsätzen aus, die sich etwa zu gleichen Teilen auf die Bereiche Krankentransporte und Rettungseinsätze aufteilen (Anhang I). Hinzu kommen noch einmal fast 100.000 Einsätze der Luftrettung, die von den Rettungshubschraubern des Allgemeinen Deutschen Automobil-Clubs (ADAC), der Deutschen Rettungsflugwacht, des Bundesgrenzschutzes (BGS) sowie dem Such- und Rettungsdienst (SAR) der Bundeswehr jährlich geflogen werden.

Wie Befragungen der Rettungsdienstmitarbeiter ergaben, beschränken sich Rettungseinsätze und Krankentransporte bedauerlicherweise nicht auf einfach zu bewältigende Umgebungsbedingungen und leichtgewichtige Patienten. So wird der Patient häufiger in höheren Etagen aufgefunden, die oft nur durch eher schmale, schlecht ausgebaute Treppenräume zu erreichen sind. Darüber hinaus liegt das Patientengewicht häufig über dem Durchschnitt und tendiert zu 80 bis 90 kg.

Erhebungen, insbesondere zu Einsatzetagen, aber auch zum Patientengewicht existieren derzeit nicht. Da entsprechendes aussagekräftiges Zahlenmaterial fehlt, kann lediglich auf diese rein subjektiven Eindrücke verwiesen werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere Einsätze unter erschwerten Bedingungen bleibende Eindrücke bei Rettungsdienstmitarbeitern hinterlassen. So wird beispielsweise die Rettung eines 150 kg schweren Patienten, der nur mit Mühe und einer zweiten Fahrzeugbesatzung aus dem vierten Obergeschoss befördert werden konn-

te, sicherlich eher im Gedächtnis bleiben, als der Transport eines leichtgewichtigen Patienten, der auf einem Gehweg aufgefunden wurde. Ein durchschnittliches Körpergewicht von 73,5 kg für Frauen und Männer aller Altersgruppen kann jedoch nach Informationen des Statistischen Bundesamtes (Anhang V) als realistisch angesehen werden. Erfahrungsgemäß befinden sich jedoch gerade Menschen mit höherem Körpergewicht in einer schlechteren gesundheitlichen Verfassung, so dass die Angaben des Rettungsdienstes in Teilen als realistisch anzunehmen sind.

4.2 Tragehilfen

DIN EN 1789 entsprechend sind die Fahrzeuge des Rettungsdienstes typischerweise mit mindestens einem Tragesessel in klappbarer oder nicht klappbarer Ausführung, einer Krankentrage, in der Regel mit fahrbarem Untergestell, ausgerüstet. Hinzu kommen ein Bergetuch und je nach Fahrzeug: Schaufeltrage, Spineboard und Vakuummatratze. So sind auf den etwa 8.000 zur Zeit bei deutschen Rettungsorganisationen im Dienst befindlichen Fahrzeugen, hierzu zählen sowohl Rettungs- und Notarztwagen, als auch Krankentransportwagen, ungefähr 16.000 Tragesessel und Krankentragen im Einsatz. Hinzu kommen somit mindestens 8.000 Tragetücher und jeweils etwa 4.000 Vakuummatratzen und Schaufeltragen. Es kann davon ausgegangen werden, dass in der Summe derzeit etwa 30.000 Tragehilfen täglich für Krankentransporte und Notfalleinsätze genutzt werden. Dabei kann es durchaus vorkommen, dass während eines Einsatzes mehrere unterschiedliche Tragesyssteme genutzt werden müssen, um einerseits den Patienten möglichst schonend zu bewegen und andererseits den örtlichen Verhältnissen entsprechend einen Transport überhaupt erst möglich zu machen. Desweiteren ist nicht jede Tragehilfe für den sicheren Transport in Rettungsfahrzeugen geeignet und entsprechend DIN EN 1789 geprüft und zugelassen. Nicht erfasst werden konnten Tragehilfen und Sanitätsfahrzeuge des Sanitätsdienstes der Bundeswehr.

Auf Fahrzeugen der Feuerwehren, insbesondere Lösch- und Hubrettungsfahrzeuge sowie Rüst- und Gerätewagen mit Normbeladung, befinden sich nochmals etwa 46.000 Standard-Krankentragen, die jedoch eher selten für alltägliche Rettungsdiensteinsätze genutzt werden; sie entsprechen weitgehend den in DIN 13024 (1997), Krankentrage mit klappbaren Holmen, beschriebenen Krankentragen.

In Tabelle 4.2 findet sich eine Übersicht derjenigen Tragehilfen, die in den folgenden Kapiteln näher beschrieben und analysiert werden. Die markierten Tragehilfen sind der Vollständigkeit halber aufgeführt, sind zur Katalogisierung genannt und dienen teilweise als Referenzobjekte.

Tab. 4.2 Übersicht der untersuchten Tragehilfen (* Referenzobjekt)

Fahrgestelle	A-1	A-2*	A-3	A-4
Krankentragen	B-1	B-2*	B-3	B-4
Schaufeltragen	F-1	F-2		
Tragetücher	E-1	E-2*	E-3*	E-4*
nicht klappbare Tragesessel	C-1	C-2	C-3	C-4*
klappbare Tragesessel	D-1	D-2	D-3	D-4

4.2.1 Fahrgestelle

Insgesamt konnten vier verschiedene Fahrgestelle dreier Hersteller näher untersucht werden. Die Modelle A-1, A-3 sowie A-4 wurden in die Datenaufnahme einbezogen; Modell A-2 als Weiterentwicklung des Typ A-1 wurde ausschließlich mit Bildern dokumentiert. Deutlich sind die herstellerspezifischen technischen Ausstattungen, aber vor allem Ergebnisse der Weiterentwicklungen, zu erkennen.

Die Befragung der Anwender vor Ort ergab eine Vielzahl denkbarer Verbesserungen, die den Einsatzalltag mit Fahrgestellen deutlich erleichtern könnten.

Im Vordergrund stehen die Fahreigenschaften. Zu nennen ist insbesondere die Fahrbarkeit auf beliebigen Untergründen sowie die Möglichkeit, Kanten wie Bordsteine und niedrige Stufen zu überwinden. Größere Raddurchmesser erleichtern zudem die Befahrbarkeit unebener Fahrbahnbeläge. Als ebenso wichtig einzuschätzen ist die Lenkbarkeit der Rollen. Eine Verfahrbarkeit in alle Richtungen zu ermöglichen, sollte konstruktives Ziel sein. Schräg- und Seitwärtsfahren erleichtern besonders das Manövrieren in engen Passagen.

Die Montageweise der Gelenkrollen bzw. die Lage der Drehachse führte bisher beim Absenken einiger Fahrgestelle zum Kippen bzw. Umschlagen der Rollen (Abb. 4.2). Es kommt somit zu unerwarteten, aber durchaus kontrollierbaren Bewegungen des gesamten Fahrgestells. Die Lenkbarkeit in allen Fahrgestellpositionen bedarf daher einer sorgfältigen Gestaltung und Beachtung sämtlicher Gebrauchszustände.

Abb. 4.2 Lenkrollen, Modell A-2

Zur Standsicherheit, vornehmlich beim Versorgen oder Umlagern des Patienten, ist ein sicherer Schutz gegen Wegrollen erforderlich. So sollten beispielsweise die vorhandenen Rollenbremsen (Abb. 4.3) und insbesondere die zugehörigen Fußhebel größer dimensioniert und dem typischen Rettungsdienstschuhwerk angepasst werden.

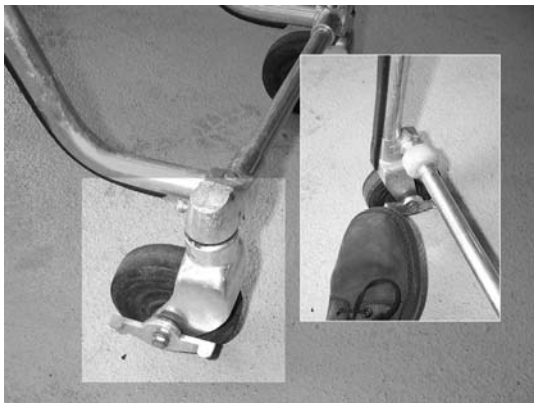


Abb. 4.3 Rollenbremse, Modell A-1

Nach wie vor sind für das Anheben und Ausfahren des Fahrgestells zwei Personen erforderlich. Wünschenswert ist eine „Ein-Mann-Bedienung“, die es ermöglicht, Auf- und Abwärtsbewegungen alleine zu kontrollieren. Eine mechanisch unterstützte Hebeeinrichtunge innerhalb des Scherenmechanismus könnte für die Benutzer eine entscheidende Entlastung bedeuten. Ebenso wie für Vertikalbewegungen ist auch für das Fahren die Steuerung durch eine einzelne Person vorstellbar. Aufwändigere Rad- und Lenkkonstruktionen, in denen vordere und hintere Rollen miteinander verbunden sind, könnten dies ermöglichen.

Sollte es zum Versagen tragender Bauteile kommen, wie in den Befragungen geschildert, so kann bisher nicht ausgeschlossen werden, dass das Fahrgestell mitsamt Krankentrage und Patient zusammensackt. Eine Sicherheitseinrichtung zur Dämpfung schneller Abwärtsbewegungen des Fahrgestells ist insbesondere im Sinne des Patientenkomforts wünschenswert. Kommt es infolge einer Fehlbedienung nicht zu einer Verriegelung, so könnte eine Totmannschaltung ungewünschte Funktionen verhindern helfen.

Für alle Modelle ist eine deutliche Unterscheidung von Kopf- und Fußteil am Fahrgestell sinnvoll. Nur so lässt sich die zugehörige Krankentrage zügig aufsetzen und längere Haltezeiten ließen sich vermeiden. Erleichtern könnten dies Hinweise in Form einer aussagekräftigen, gut sichtbaren Symbolik oder aber einer Konstruktionslogik, die Fehlbedienung nicht zulässt. Alternativ ist das variable Aufsetzen der Krankentrage unter Beachtung des Fahrgestell-Klappmechanismus, der bisher nur über eine richtungsabhängige Funktionalität verfügt, vorstellbar. Trotz allem ist gerade das „Einfädeln“ der Krankentrage unter der Last des Patienten auf dem Fahrgestell zu erleichtern.

Abb. 4.4 Entladen des Roll-In-Systems
a. entriegeln
b. abbremsen des Fahrgestells

Sämtliche Roll-In-Systeme vermindern lediglich im reinen „Fahrbetrieb“ die Belastungen für die Träger. Für den Ein- und Ausladevorgang stellt ein solches System in dieser Form kaum eine Unterstützung dar. Wird nun die Haupttrage entladen (Abb. 4.4), möglicherweise mit Patient, so rollt das Fahrgestell ungebremst in Richtung Träger, der gezwungen ist, mit seinem Oberkörper und im weiteren Verlauf mit den

Oberschenkeln, die Trage abzubremsen. Eine Bremseinrichtung zum gebremsten Entladen des Fahrgestells ist nicht vorgesehen, jedoch auf Grund des teilweise hohen Gewichtes in Verbindung mit einem schräggestellten Tragentisch zwingend erforderlich. Gleiches gilt für das Einladen, jedoch muss hier die Trage von Hand, was für den Mitarbeiter ein regelrechtes Gegenstemmen bedeutet, bergauf in das Fahrzeug geschoben werden.

4.2.1.1 Modell A-1

Das Modell A-1 kommt in Verbindung mit einer Krankentrage Modell B-1 – überwiegend im Krankentransport – zum Einsatz. Der Hersteller bietet mittlerweile eine überarbeitete Konstruktion (Modell A-2 , Tab. 4.2) an.

Abb. 4.5 Fahrgestell A-1

Dieses Fahrgestell verfügt lediglich über zwei Gelenk- und zwei Bockrollen, was zu einer schlechten seitlichen Manövrierfähigkeit, besonders beim Einladen in das Fahrzeug führt. Erschwerend kommt die eingeschränkte Funktionalität des Klappmechanismus hinzu. So sind Vorder- und Hinterbeine nur gleichzeitig über ein Stellteil zu entriegeln und einzufahren. Zum Einladen wird zunächst das Roll-In-System vor den Ladetisch gefahren, bis die zusätzlichen Bockrollen am Kopfende erreicht sind. Das Fahrgestell kann nun bis zum Erreichen der Querverstrebungen der Klappbeine eingeschoben werden, muss allerdings bereits jetzt entriegelt werden (Abb. 4.6). Durch die Kopplung von Vorder- und Hinterrädern ist es dem Träger nicht mehr möglich, die Trage weiterhin auf den Haupträdern zu bewegen. Die Last von Fahrgestell, Krankentrage und Patient liegt nun sowohl auf den Laderollen am Kopf- als auch auf dem Träger am Fußende.

Abb. 4.6 Einladen Modell A-1

Wie bereits beschrieben, stellen auch die an Modell A-1 besonders klein gestalteten Bremshebel an den Rollen ein Problem dar. Sie sind nur sehr schlecht bedienbar, insbesondere mit grobem Schuhwerk (Abb. 4.3 S. 31).

Für den Klappmechanismus steht an Kopf- und Fußende jeweils ein Zughebel (Abb. 4.7) zum Entriegeln des Fahrgestells zur Verfügung. Das Stellteil liegt unterhalb der eigentlichen Griffebene am Fahrgestell. Gleichzeitiges Bedienen und Tragen bzw. Heben ist somit ausgeschlossen (Abb. 4.8). Es kann zudem bei aufgesetzter Krankentrage lediglich von unten bedient werden. Die Betätigung erfordert daher ein gezieltes Umgreifen. Der Träger ist gezwungen, die Traglast auf die zweite Hand zu verlagern, was zu einer ungünstigen Belastung führt. Das Stellteil selbst wird zum Auslösen der Funktion in Richtung Nutzer gezogen, bewegt sich dabei allerdings zusätzlich konstruktionsbedingt seitlich nach außen. Da sich die Bedieneinrichtungen innerhalb des Tragrahmens befinden, ist die Zugänglichkeit nicht in allen Positionen gleichermaßen gewährleistet und es besteht die Gefahr, dass Finger oder Hand zwischen Bedienhebel, Rahmen oder Krankentrage eingeklemmt werden.

Abb. 4.7 Bedieneinrichtung zur Fahrgestellentriegelung

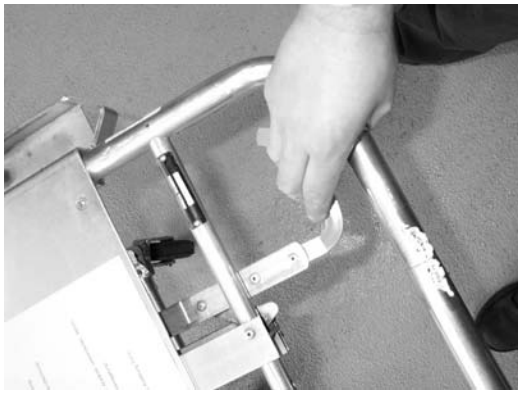


Abb. 4.8 Bedienung der Fahrgestellentriegelung

In Anbetracht ihres hohen Eigengewichtes und der vorhandenen Räder werden Fahrgestell und Krankentrage eher selten getragen. Ist dies nicht zu vermeiden, vermisst der Nutzer an Modell A-1 rutschfeste Griffe bzw. Griffüberzüge. Dennoch bietet das Fahrgestell auf Grund des umlaufenden Rundrohres eine ausreichende Anzahl von Zugriffmöglichkeiten für mehr als zwei Träger.

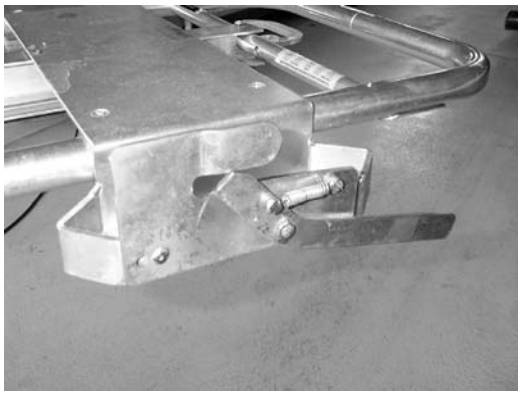


Abb. 4.9 Tragenverriegelung

Ein weiteres zu überarbeitendes Detail ist die Arretierung der Krankentrage auf dem Fahrgestell. Wie erläutert, führt das Aufsatteln

einer beladenen Krankentrage zu unnötiger Mehrbelastung der Rettungsdienstmitarbeiter. Die Tragenaufnahme ist am Modell A-1 konstruktiv sehr einfach ausgeführt. Sie ist aber unkomfortabel auf Grund des ergonomisch schlecht gestalteten Hebels und einer fehlenden zentralen Entriegelung.

4.2.1.2 Modell A-3

Das Fahrgestell A-3 (Abb. 4.10) kann mit Hilfe seiner vier Gelenkrollen sehr mobil bewegt werden. Die Rollen am Kopfende sind jedoch erst durch ein leichtes Absenken des Fahrgestells einsatzbereit. Dazu wird es von zwei großen Fahrrollen auf zwei kleinere Lenkrollen abgekippt (Abb. 4.11). Mit diesem Kippvorgang drehen sich die Gelenke nicht parallel zur Fahrebene, sondern müssen in der Regel über einen Hoch- bzw. Tiefpunkt gedreht werden, was jedoch nicht zur Vereinfachung des Handlings beiträgt. Gleiches gilt für die Räder am Fußende (Abb. 4.12-4.13), die als reine Gelenkrollen ausgeführt sind. Auch hier führt das Abkippen zur Einschränkung der Lenkfähigkeit. Begünstigt wird dies besonders durch den langen Schenkel an dem die Rollen befestigt sind.

Abb. 4.10 Fahrgestell A-3

Abb. 4.11 Gelenkrollen am Kopfende

Abb. 4.12 Gelenkrollen am Fußende

Abb. 4.13 Gelenkrolle abgesenkt

Die sehr stabil ausgeführten Fahrwerksbeine, die sich an Kopf- und Fußende getrennt voneinander entriegeln lassen, ermöglichen es dem Träger, die Trage bequem per Wechseltechnik (Abb. 1.1 S. 9) aufzubocken. Unter Zuhilfenahme seines gesamten Körpergewichtes wird das Fahrgestell samt Krankentrage auch aus der tiefsten Position heraus aufgeschaukelt (Abb. 4.14).

Zur sicheren Lagerung des Patienten ist die Tragenhalterung auf dem Fahrgestell sehr massiv und stabil ausgelegt. Das Einfädeln der Krankentrage gestaltet sich im Vergleich zu Modell A-1 relativ einfach, jedoch lassen sich auch hier die Positionen von Kopf- und Fußseite nicht tauschen.

Abb. 4.14 Wechseltechnik A-3

Sowohl Trage als auch Fahrgestell sind zur Erhöhung der Sichtbarkeit bei Einsätzen in der Dunkelheit und damit insbesondere zur Sicherheit der Mitarbeiter und des Patienten großflächig mit retroreflektierenden Folien (Abb. 4.15) ausgestattet, die zudem mit dem Namen des zugehörigen Rettungsdienstens beschriftet sind. Die Kennzeichnung der Stellteilfunktionen am Kopf- und Fußende sollten dauerhaft und gut sichtbar angebracht sein. So befinden sich die Hinweise am Fußende (Abb. 5.5 S. 71) unterhalb der aufgesattelten Krankentrage und können daher nicht eingesehen werden. Am Kopfende (Abb. 5.4 S. 5.4) sind sie relativ gut zugänglich, aber zu einem Großteil verschlissen und daher nicht mehr ablesbar.

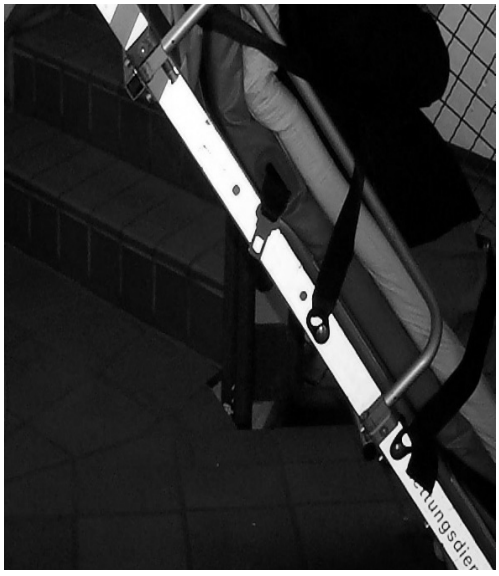


Abb. 4.15 Reflektierende Sicherheitskennzeichnung

Als besonders vorteilhaft haben sich ebenfalls die am Kopfende zusätzlich befestigten Griffe erwiesen. Sie können seitlich an das Fahrgestell herangeklappt werden (Abb. 4.16a). Der profilierte, konische und gummierte Griffüberzug (Abb. 4.16b) liegt laut Rettungsdienstmitarbeitern sehr gut in der Hand, verhindert durch seine Formgebung ein Abrutschen und ermöglicht einen sicheren Zugriff beim Heben und Schieben.

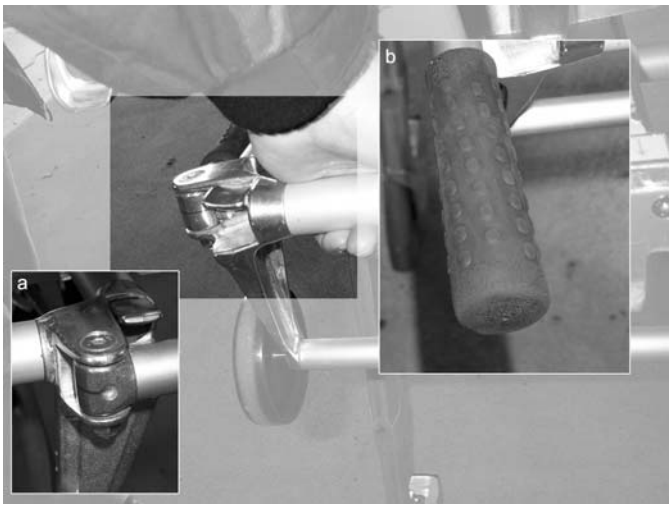


Abb. 4.16 Klappgriff am Kopfende

4.2.1.3 Modell A-4

Modell A-4 (Abb. 4.17) erweist sich im Einsatz auf Grund seiner vier lenkbaren Rollen als äußerst mobil. Im Gegensatz zu anderen Systemen ist hierzu das Fahrgestell nicht abzusenken, so dass das üblicherweise kippelige Verhalten entfällt. Es kann vielmehr wahlweise bequem über jeweils zwei Bock- und Gelenkrollen oder über vier unabhängig lenkbare Rollen gesteuert werden. Hierzu befinden sich am Kopfende zwei zuschaltbare Lenkrollen (Abb. 4.18). Auf das sonst übliche seitliche Umsetzen von Hand und die damit verbundene zusätzliche Belastung durch das Anheben entfällt. Seitliches Manövrieren, z.B. an ein Bett heran, gestaltet sich problemlos. Das entsprechende Stellteil ist übersichtlich beschriftet und von beiden Fahrgestellseiten aus bedienbar.

Abb. 4.17 Fahrgestell A-4

Abb. 4.18 Lenkrollen und Betätigung
a. festgestellt
b. Lenkfunktion

Die montierte Bereifung (Abb. 4.19) ist relativ groß ausgelegt und ermöglicht leichtes Überwinden kleinerer bis mittlerer Hindernisse. Die Federwirkung der Gummibereifung verhindert Klapper- und Fahrgeräusche der gesamten Konstruktion. Das Fahrgestell lässt sich sehr leicht bewegen. Die zugehörigen Feststellbremshebel heben sich deutlich vom Rest des Fahrwerks ab und sind auch mit grobem Schuhwerk gut zu bedienen.

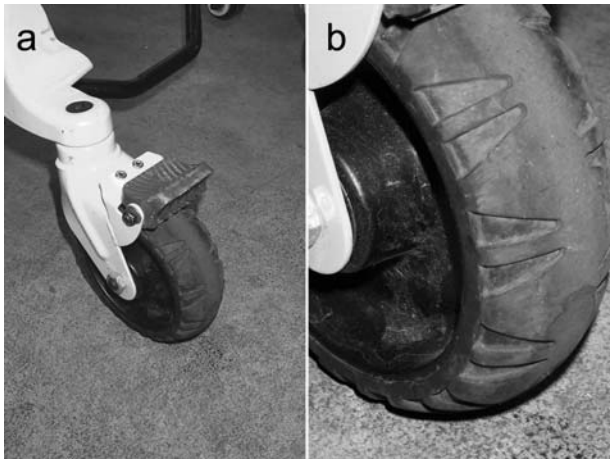


Abb. 4.19 a. Bremshebel
b. Gummibereifung

Die Hauptbedieneinrichtung am Fahrgestell ist farblich kodiert und beidseits übersichtlich beschriftet. Der

Abb. 4.20 Hauptbedieneinrichtung

montierte Handschutzbügel ist scharfkantig und kann beim Hindurchgreifen Richtung Tragegriff und Stellteil zu Verletzungen an den Hände führen. Er ist praktischer Handschutz und schützt gleichzeitig die Bedienhebel beim Ablassen des Fahrgestells bis auf den Boden. Allerdings wirkt er beim Be- und Entladen der Tragensysteme am Fahrzeug (Abb. 4.4 S. 32) eher störend. Hier verhindert der kantige Schutz das Abbremsen der herausrollenden Trage mit den Oberschenkeln, wie es in der Praxis allgemein üblich ist. Beim Einladen wird in umgekehrter Weise die Trage oft mit den Oberschenkeln nachgedrückt. Auch hier liegt der Bügel im Gegensatz zu Rohrgriffen anderer Systeme nicht flächig am Körper an. Wünschenswert ist daher auch hier ein Bremssystem für das Entladen der Trage, so dass auf die bisherige Technik verzichtet werden könnte.

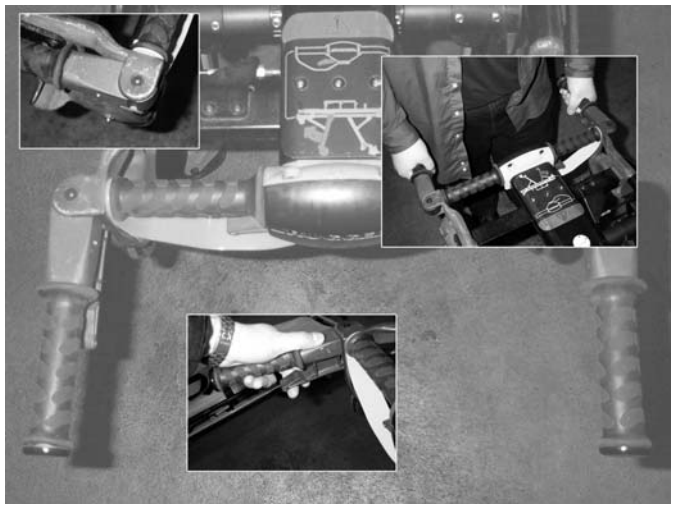


Abb. 4.21 Klappgriffe und Stellhebel am Kopfende

Am Kopfende (Abb. 4.21) des Fahrgestells befinden sich ebenfalls ausklappbare Griffenden. Mit ihnen kann bequem das gesamte Fahrgestell versetzt werden. Gleichzeitig schwenkt die Bedieneinrichtung für die Verriegelung des Kopffahrgestells aus. So kann, ohne umgreifen zu müssen, die zugehörige Funktion ausgelöst werden.

Gasdruckstoßdämpfer im oberen Rahmengestell unterstützen Bewegungen in vertikaler Richtung. Eine gesonderte Betätigung ist nicht erforderlich. Das Absenken kann daher gleichmäßiger und sanfter durchgeführt werden. Das Aufnehmen der Trage wird durch den zusätzlichen Druck von unten in geringem Maße unterstützt. Dies führt einerseits zur Entlastung der Rettungsdienstmitarbeiter; andererseits können für den Patienten unangenehme, ruckartige Bewegungen verringert werden.

4.2.2 Krankentragen

In der Befragung zu den Krankentragenmodellen wurde deutlich, dass für Neukonstruktion und Umgestaltung der Systeme ein Schwerpunkt im Handling auf der Patientenseite zu setzen ist. Die Schnittstellen zwischen Tragehilfe und Patient sind in dieser Untersuchung weniger von Belang, sollten jedoch auf Grund ihrer großen Bedeutung für Patient und Rettungsdienstmitarbeiter nicht unerwähnt bleiben.

An erster Stelle sei die Fixierung des Patienten genannt, die in vielerlei Hinsicht das Handling beeinflusst, das sowohl den Transport als auch das Beladen umfasst. Der Patient wird mittels Gurtsystemen an Armen, Rumpf und Beinen aber auch im Bereich des Kopfes fixiert. Die Systeme variieren in ihrer Ausführung von Hersteller zu Hersteller (Abb. 4.22, 4.23, 4.24), so dass eine Vereinheitlichung der teils sehr komplex gestalteten Begurtung zu einer deutlichen Vereinfachung führen könnte. Dies hätte eine zügigere Beladung und bessere Sicherung des Patienten zur Folge. Farbliche Kennzeichnung oder gar durchgefärbte, leicht zu unterscheidende Gurte sowie eine leichtere Zuordnung der Gurtenden anhand der Gurtschlösser könnten ebenfalls die Bedienung vereinfachen. Oftmals lassen die Gurtsicherungen keine präzise Lagefixierung des Patienten zu, so dass es beim manuellen Tragen zu Schwerpunktverschiebungen und deutlichen Lastwechseln kommt. Dies wiederum wirkt sich auf die Sicherheit des gesamten Transportes aus, in dem neben der Belastung durch das Patientengewicht ständig Ausgleichsbewegungen gegen die Schwerpunktverschiebungen ausgeführt werden müssen. Höhere Belastungen der Rettungsdienstmitarbeiter sind die Folge. Ein 'Hin-und-Her-Rollen' verunsichert zudem den Patienten. Hinzu kommt die Forderung einer körpergrößengerechten flexiblen Fi-

Abb. 4.22 Gurtsystem Modell A-1

Abb. 4.23 Gurtsystem Modell A-3

Abb. 4.24 Gurtsystem Modell A-4

xierung, die sowohl für Patienten mit Körperlängen um 190 cm und länger als auch für kleinere Patienten, insbesondere für Kinder, gleichermaßen geeignet ist.

Aus Reinigungs- bzw. Pflegegründen kann nicht auf Einweglaken verzichtet werden. Sie dienen als hygienische Unterlagen zwischen Patient und Tragenauflage. Die unterschiedlichen Gurt- und Auflagensysteme verhindern jedoch eine problemlose Befestigung und damit einen schnellen Wechsel der Einweglaken. Auch hier ist eine Vereinfachung und Vereinheitlichung anzustreben.

Weitere zu beachtende Aspekte sind die oft unpräzise Positionierung der Kopfkissen auf der Matratze sowie die fehlenden Möglichkeiten, medizinisches Gerät auf oder an der Krankentrage, z. B. EKG-Schreiber, zu fixieren und sicher zu transportieren.

4.2.2.1 Modell B-1

Die in Kombination mit dem Fahrgestell A-1 eingesetzte Trage B-1 wird bei den Dortmunder Rettungsdiensten überwiegend als Trage für den Krankentransport eingesetzt. In verschiedenen Rettungsdienstfahrzeugen wurde sie bereits durch modernere Typen anderer Bauart und Hersteller ersetzt.

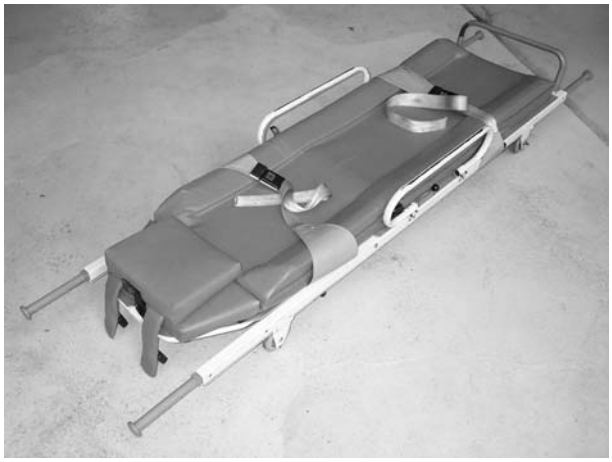


Abb. 4.25 Krankentrage B-1

Besonders auffällig ist die Arretierung der Tragegriffe. Sie bietet lediglich eine Position im ausgezogenen sowie im eingeschobenen Zustand. Dabei handelt es sich um einen federbelasteten Druckknopf, der in das Tragegestell einrastet. Der eingesetzte Mechanismus ist weder farblich noch durch Beschriftungen kenntlich gemacht. Die Grifflänge kann nur durch gleichzeitiges Drücken des Knopfes mit der Fingerspitze und Ziehen bzw. Drücken am Tragegriff verstellt werden. Die Entriegelung liegt ungünstig seitlich an der Trage.

Abb. 4.26 Griffarretierung, Modell B-1

Wie bei Krankentragen dieser Art üblich, wird auch an diesem Modell der Fußstützbügel (Abb. 4.27) für den Patienten zum Schieben auf dem Fahrgestell und zum Heben bzw. Tragen genutzt. Der dünne geriffelte Kunststoffüberzug zeigt deutlich Gebrauchsspuren, aus denen zu erkennen ist, dass er sich im Laufe der Zeit auf dem Unterrohr verdreht hat. Das verwendete Material zeigt besonders im Bereich der Biegungen Schadstellen, die zum einen auf eine Versprödung der Kunststoffes, zum anderen auf eine starke Belastung durch den Transport und evtuelles Anstoßen hindeuten.

Abb. 4.27 Verschlissener Fußbügel

Sowohl die Verriegelungen des seitlichen Schutzbügels (Abb. 4.28) als auch die Verstelleinrichtung der Rückenlehne (Abb. 4.29) sind ergonomisch schlecht zu handhaben. Sie sind beide schlecht zugänglich. So befindet sich der Riegel des Seitenbügels zu dicht an der Matratze. Der sehr lange Hebelarm der Rückenlehnenverstellung ist insbesondere bei flacher Liegefläche vollständig verdeckt.

Abb. 4.28 Seitenbügel

Abb. 4.29 Rückenlehnenverstellung

Abb. 4.30 Schweißnaht an der Rückenlehne

Deutlich sind an tragenden Bauteilen Materialermüdung, wie durchgebogene Rohre oder wie in Abbildung 4.30 eine gerissene Schweißnaht, zu erkennen.

4.2.2.2 Modell B-3

Die Befragungen zum Modell B-3 zeigten insgesamt ein sehr positives Bild dieser Krankentrage. Wie schon das zugehörige Fahrgestell A-3, so ist auch die Kranken-

trage umlaufend mit einer retroreflektierenden Kennzeichnung versehen. Die Rückenlehnenverstellung ist gut zugänglich, verfügt zur Unterstützung des Bedieners über einen Gasdruckdämpfer, der per Knopfdruck gelöst werden kann und so eine bequeme Ein-Hand-Bedienung ermöglicht. Negativ ist zu bemerken, dass der zugehörige Taster seitlich versetzt montiert ist und daher für Linkshänder schlechter zu erreichen ist.

Abb. 4.31 Krankentrage, Modell B-3

Der übliche Bügel am Fußende (Abb. 4.32, 4.33) ist am Modell B-3 ausgesprochen gut gepolstert und erweist sich daher als hervorragender zusätzlicher Tragegriff. Da er jedoch ursprünglich als Fußstütze für den Patienten konzipiert wurde, sind die Durchgrifföffnungen nur sehr begrenzt. Desweiteren bestand bisher stets die Gefahr, dass die Finger des Trägers gequetscht werden. Um dieser Gefahr entgegenzutreten, wurde eine gesonderte Fußablage montiert. Bedauerlicherweise wird dadurch das Platzangebot jedoch weiter eingeschränkt. Generell ist ein großzügig ausgelegter Bügelgriff am Fußende sowie eine konsequent baulich getrennte Fußstütze für Krankentragen wünschenswert.

Abb. 4.32 Fußbügel

Das Material der Griffüberzüge wurde trotz des eher weichen Eindrucks durch die Rettungsdienstmitarbeiter als sehr positiv bewertet und ermöglicht, ebenfalls nach Aussage der Mitarbeiter, im Vergleich zu Model B-1 längere Haltezeiten. Die leicht konvexe Form und der gewählte runde Querschnitt des Griffes passen sich ergonomisch recht gut der Handanatomie an. Die Endstücke verhindern zusätzlich ein Abrutschen, sollten allerdings eine Polsterung aufweisen. Die Griffüberzüge sitzen in der Regel fest, rollen sich jedoch an einem Griff auf und

Abb. 4.33 Mögliche Quetschstelle am Fußbügel

bilden eine Wulst, die beim Tragen und Halten spürbar ist.

Die Grifflängenverstellung (Abb. 4.34) befindet sich am Ende des Griffes und ist somit nicht ohne umzugreifen zu erreichen. Die Farbgebung ist sehr auffällig, jedoch suggeriert die Form des Knopfes, dass dieser in Längsrichtung des Griffes zu betätigen ist. Sämtliche am Modell B-3 verbauten Bedieneinrichtungen dieses Typs sind senkrecht nach unten zu betätigen (blauer Pfeil). Dies widerspricht dem Prinzip einer intuitiven Bedienung und kann daher als unergonomisch bezeichnet werden.

Abb. 4.34 Grifflängenverstellung

4.2.2.3 Modell B-4

Sämtliche Bedieneinrichtungen sind an der Krankentrage Modell B-4, die zusammen mit Fahrgestell A-4 eingesetzt wird, rot gekennzeichnet und heben sich deutlich von allen übrigen Bauteilen ab. Die gesamte Liegefläche kann flexibel an die Bedürfnisse des Patienten angepasst werden, z. B. zur Entlastung der Bauchdecke. Hierzu wird das Fuß-/Beinteil mit Hilfe zweier Schlaufen, die ebenfalls als Bedienteil rot gekennzeichnet sind, in verschiedene Positionen angehoben. Zum Entriegeln und Ablassen in die normale Liegestellung befinden sich am Ende der Trage zwei Griffe mit deutlicher Beschriftung zur Anzeige der Bedienrichtung. Bemerkenswert ist die konsequente Kennzeichnung durch diesen Hersteller, so dass eine intuitive Bedienung über die gesamte Modellpalette erleichert wird.

Abb. 4.35 Krankentrage B-4

Abb. 4.36 Bedienungshebel der Rückenlehne

Für die Rückenlehnenverstellung (Abb. 4.36), die

durch einen Gasdruckdämpfer unterstützt wird, steht ein umlaufender Griff zur Verfügung. Er ist einhandbedienbar und daher bequem von jeder Stelle am Kopfende aus zu bedienen und eignet sich sowohl für Rechts- wie für Linkshänder.

Abb. 4.37 Maximale Zuladung

Gut sichtbar ist die maximal zulässige Traglast auf beiden Seiten der Trage angegeben (Abb. 4.37). Sie liegt mit 228 kg weit über den nach DIN EN 1865 geforderten 150 kg. Die Gewichtsangaben sind neben der im Herstellerland gebräuchlichen auch in allgemein gültiger Maßeinheit angegeben. Ob der angebrachte Hinweisaufkleber jedoch dauerhaft befestigt bleibt, ist zu bezweifeln.

4.2.3 Tragetücher

Der Transportkomfort auf bzw. in einem Tragetuch ist sehr niedrig einzustufen. Das flexible Tuchmaterial (Abb. 4.38) ermöglicht allerdings einen entsprechend „flexiblen“ Transport des Patienten, besonders um Kurven herum. Das Tragetuch ist daher besonders für eingeschränkte Platzverhältnisse geeignet. So erfasst beispielsweise ein Träger gleichzeitig die Griffe der gegenüberliegenden Seiten, vergleichbar einer Tragetasche, um den Patienten quasi eingerollt zu transportieren. Der Einzelgriff an Kopf- und Fußende verhindert an dieser Stelle das Zufassen mit beiden Händen. Hier wäre ein zweiter Griff wünschenswert. Die Gesamtanzahl der Griffe ermöglicht allerdings einen bequemen Tragentransport durch Weiterreichen über eine Helferkette.

Abb. 4.38 Tragetuch E-1, Vorder-/ a. Rückseite

Das Hauptaugenmerk liegt bei der Betrachtung der Tragetücher auf Grund der prinzipbedingten einfachen Konstruktion auf der Griffgestaltung. In der Regel sind die Griffe als einfache Schlaufen ausgeführt. Sie werden im Randbereich aus dem zur Verstärkung der Liegefläche vernähten Gurtzeug gelegt. Um ein Einschneiden der Griffschlaufen zu verhindern, werden sie meist mit einem Kunststoffschlauch (Abb. 4.39, Tab. 4.3c/d) als Griffüberzug ummantelt. Dieser reicht oft allerdings nicht über

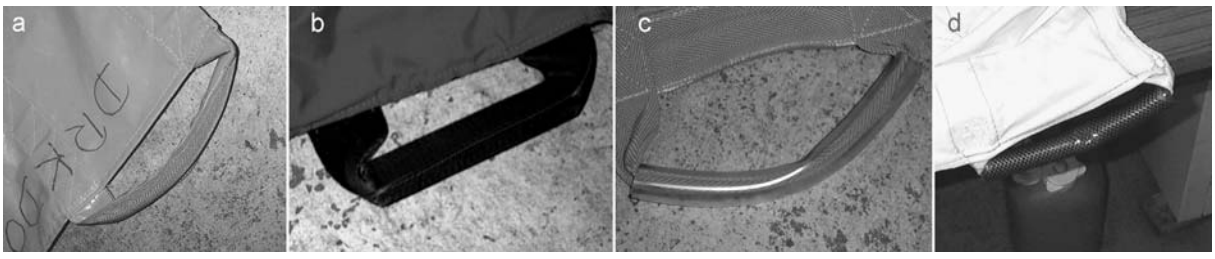
die gesamte Schlaufenlänge, so dass er sich auf den Trageschlaufen verschieben und verdrehen lässt. Die fehlende formschlüssige Verbindung zum Untermaterial verstärkt diese Bewegungen. Zudem ist das verwendete Schlauchmaterial sehr flexibel in Längsrichtung und neigt zum Einknicken (Abb. 4.40) bei höheren Lasten. Zwar kann das Einschneiden durch das Gurtzeug selbst verhindert werden, jedoch nicht das Quetschen durch die umgeleiteten Zugkräfte quer zur Hand. Alternativ werden Kunststoffhülsen oder andere Einlagen zur Verstärkung in diese Schlaufen eingenäht (Tab. 4.3a/b).

Abb. 4.39 Ummantelter Schlaufengriff

Abb. 4.40 Flexibler Griffüberzug

Bei den befragten Rettungsdiensten sind Tragetücher von insgesamt sechs verschiedenen Herstellern mit ebenso unterschiedlichen Griffen im Einsatz. Als Besonderheit ist ein sogenanntes XXL-Tragetuch in besonders stabiler Ausführung und großzügig dimensionierter Liegefläche für schwergewichtige Patienten zu nennen. Es verfügt im Gegensatz zum Tragetuch nach DIN EN 1865 mit mindestens 6 Griffen über 14 Trageschlaufen. Trotz dieser großen Auswahl wurden sämtliche untersuchten Griffe von den Rettungsdienstmitarbeitern entweder als zu fest oder zu weich bzw. zu biegsam empfunden.

Tab. 4.3 Übersicht über verschiedene Schlaufengriffe an Tragetüchern



Obwohl alle untersuchten Tragetücher derart einfache Konstruktionen aufweisen, wurden die bisherigen Detaillösungen für die Griffschlaufen offensichtlich nicht unter ergonomischen Gesichtspunkten gewählt. Der Grund für den Einsatz der sehr flexiblen Griffe ist vielmehr im Transport der Tragetücher im Rettungsdienstfahrzeug zu suchen. So können durch die zusammenlegbaren Tücher inklusive ihrer Griffe auch

kleinste Stauräume sinnvoll genutzt werden. Dies zeigt auch die Einführung so genannter Einmaltragetücher. Sie bestehen aus einer gewebeverstärkten Folie, in die an den vier Seiten handbreite Öffnungen als Tragegriffe gestanzt sind. Im ungeöffneten Zustand deckt das gesamte Päckchen gerade einmal die Größe eines DIN A4 Blattes ab, bei einer Gesamtdicke von nur etwa 3 bis 4 cm.

4.2.4 Schaufeltragen

Modelle F-1 und F-2

Geringes Eigengewicht und eine Vielzahl an Grifföffnungen zeichnen Schaufeltragen aus. Die bei den Rettungsdiensten vorgefundenen Tragen unterscheiden sich im Wesentlichen nur in den verwendeten Materialien für die Liegefläche sowie den Schlosskonstruktionen. So bestehen ältere Ausführungen, wie Modell F-1 (Abb. 4.41), meist aus Aluminium, worin der Nachteil zu sehen ist, dass der Patient für Röntgenaufnahmen dennoch umgelagert werden muss. Die Schaufeln des Modell F-2 (Abb. 4.42) sind dagegen aus Kunststoff gefertigt und ermöglichen so problemlos das Röntgen.

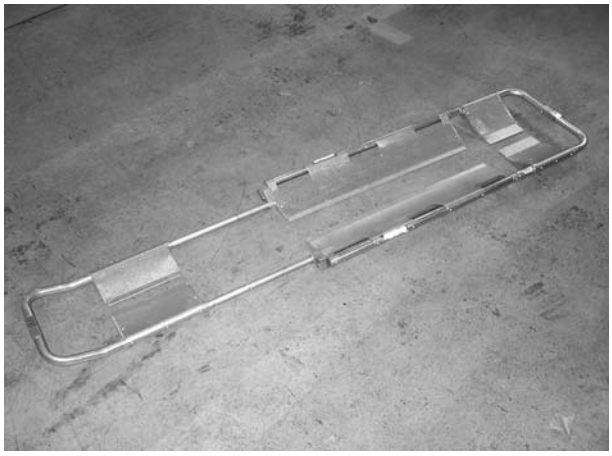


Abb. 4.41 Schaufeltrage F-1

Wie bereits beschrieben, werden Schaufeltragen in erster Linie zur Umlagerung von Patienten eingesetzt. Hierzu muss die zweigeteilte Trage geöffnet unter den Patienten geschoben werden, um schließlich beide Hälften wieder miteinander zu verbinden, ohne den Patienten aus der vorgefundenen Lage mehr als erforderlich herauszubewegen. Oft reicht das Platzangebot zum Öffnen, aber besonders zum Schließen im Umfeld nicht aus. Dies kann im ungünstigsten Fall bedeuten, dass der Patient nun doch wieder ohne Unterstützung der Schaufel angehoben und unter Umständen ungünstig bewegt werden muss.

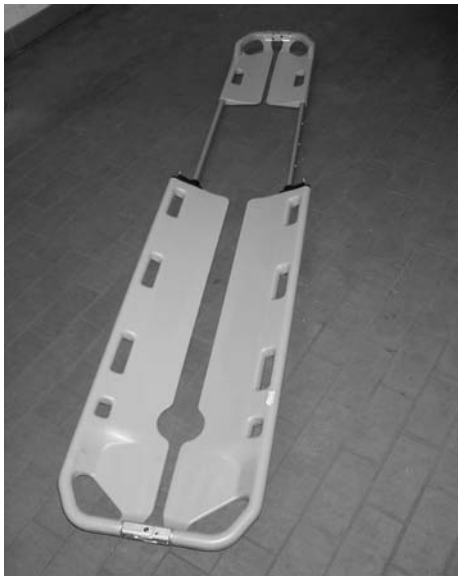


Abb. 4.42 Schaufeltrage F-2

Beim Zusammenführen gleiten beide Hälften der Trage auf einer relativ großen Auflagefläche über den Untergrund. Das Körpergewicht des Patienten sowie die Beschaffenheit des Untergrundes – denn nur im Idealfall ist dieser plan und glatt – hat einen erheblichen Einfluss auf das Handling. Wird der Patient im freien Gelände, beispielsweise auf natürlichem bewachsenem Untergrund aufgenommen, wird diese Funktion erheblich eingeschränkt. Eine Verringerung der Auflageflächen könnte hier die Arbeit wesentlich vereinfachen. So ist es denkbar, die einzelnen Schaufeln statt mit einer großflächigen Auflage mit Kufen auf der Unterseite auszustatten. Alternativ, jedoch mit höherem technischen Aufwand verbunden, sind Rollen oder Kugelgleiter vorstellbar. Im freien Gelände stellt dies jedoch keine praktikable Lösung dar.

Das Betätigen der beiden Schlösser an Kopf- und Fußende wird ebenfalls durch den Patienten behindert. Insbesondere das Körpergewicht des Patienten aber auch Bodenunebenheiten wirken sich nachteilig auf deren Gangbarkeit aus. Oft behindern Kopf, Haare oder Füße Sicht und Zugang zu den Schlosshälften und komplizieren das Zusammenführen. Eine Zwangsführung, die weit vor dem Schließen greift, könnte hier Abhilfe schaffen. Doppelt angeordnete Führungsnasen und Schlösser sowie gefaste und gerundete Gegenstücke ermöglichen, zumindest auf ebenem Untergrund, das Zusammenführen der Tragenhälften wesentlich.

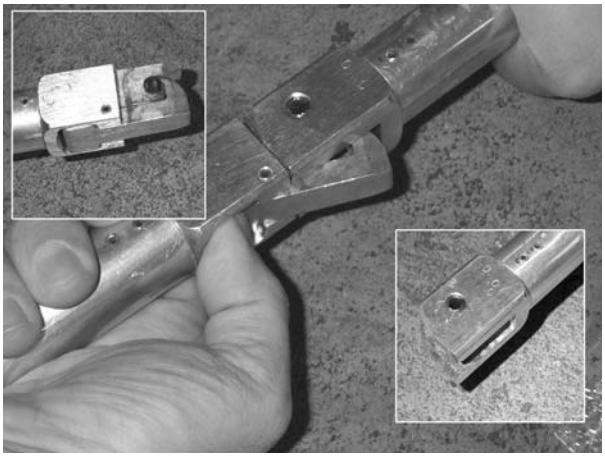


Abb. 4.43 Schloss alte Version

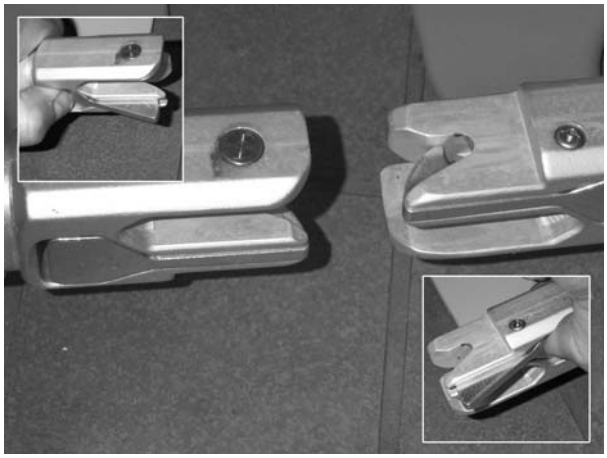


Abb. 4.44 Schloss neue Version

Nur in seltenen Fällen wird der Patient auf der Schaufeltrage über längere Strecken bewegt. Wesentlich häufiger wird er kurz angehoben, um anschließend auf einer Vakuummatratze oder einer normalen Krankentrage weiter transportiert zu werden. Werden jedoch längere Wege zurückgelegt, so sind Patienten aufwändig zu stabilisieren und zu fixieren. Die zahlreichen Griffe erleichtern allerdings den Transport auch durch mehrere Träger, besonders dann, wenn es gilt, die Schaufeltrage mit Hilfe mehrerer Personen weiterzureichen. Die schmale Bauform kommt

dabei dem Überwinden enger Passagen zugute. Zu beachten ist jedoch, dass Schaufeltragen mit zunehmender Transportlänge eine höhere Durchbiegung aufweisen. Dies kann beim Tragen zu verstärktem Schwingen und einer zunehmenden Belastung der Träger durch Lastwechsel führen. Eine höhere Stabilität in Längsrichtung bei gleichzeitiger Beibehaltung des Einsatzgewichtes ist anzustreben.

Eine weitere Bedieneinrichtung ist an der Längenverstellung zu finden. Zwar ist im Verlauf der Modellneugestaltung (Abb. 4.46a/b) die zugehörige Verriegelung wesentlich filigraner geworden, jedoch sind die erforderlichen Bedienkräfte ebenfalls gesunken. Vorteil einer Längenverstellung (Abb. 4.45) ist es, Personen unterschiedlicher Körperlänge gleichermaßen komfortabel aufnehmen und sicher transportieren zu können. Es ist jedoch zu bemerken, dass das Platzangebot für Patienten ab einer Körperlänge von etwa 190 cm deutlich eingeschränkt ist. So behindern die Füße zum einen den sicheren ungehinderten Zugriff; zum anderen können sie über das Tragenende hinausreichen. Am Kopfende sind gerade längere Haare störend und werden häufig zwischen Hand des Trägers und Griff eingeklemmt. Wird der Transport einerseits durch die schmal gebauten Schaufeltragen erleichtert, können andererseits insbesondere Patienten mit breitem Körperbau seitlich nicht ausreichend gelagert und gesichert werden. Der Zugang der Träger zu den zahlreichen Griffen wird hierdurch ebenfalls erschwert, obwohl eine Schaufeltrage insbesondere den Transport durch mehr als zwei Rettungsdienstmitarbeitern zulässt.

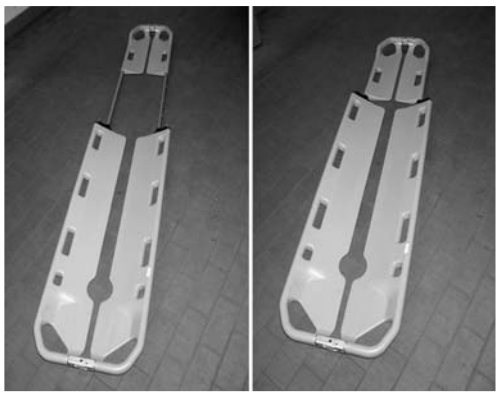


Abb. 4.45 Verschiedene Einsatzlängen

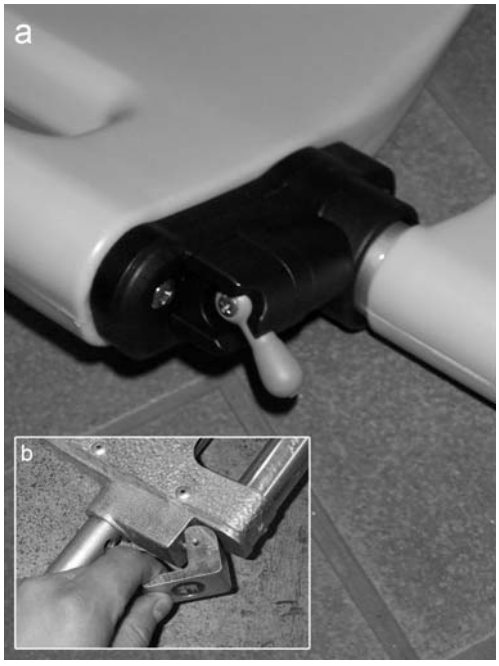


Abb. 4.46 Verriegelung der Längenarretierung
a. neue Variante
b. alte Variante

4.2.5 Nicht klappbare Tragesessel

Konstruktiver Grundsatz eines Tragesessel ist maximaler Transportkomfort für den Patienten. Die Entwicklung eines Tragesessels muss neben dem Patientenkomfort insbesondere möglichst geringe Belastungen für die Rettungsdienstmitarbeiter zum Ziel haben. Generell fallen an den untersuchten Tragesesseln die sehr massiven Konstruktionen auf (Abb. 4.48). Diesen Eindruck unterstreicht das oftmals recht hohe Eigengewicht. Ein niedriges Gewicht ist beispielsweise durch moderne, leichtere Werkstoffe und einfachere Konstruktionen zu erzielen (Abb. 4.47). Da insbesondere das Umlagern des Patienten während des Transportes auf eine zweite Tragehilfe als lästig empfunden wird und zudem oftmals eingeschränkte Räumlichkeiten oder ungünstige Witterungsverhältnisse diese Prozeduren erschweren, liegt die Forderung nach Allzwecktragesesseln für den gesamten Transportweg nahe.

Abb. 4.47 Leichter Tragesessel ohne Rückenlehnenverstellung

Vielfach sind die neigbaren Rückenlehnen der Tragesessel, insbesondere bei Liegendtransporten, mangels Platz im jeweiligen Einsatzfahrzeug nicht nutzbar, und es ist in der Regel nicht möglich, diese Funktion des Sessels in jeder Transportesituation (Fahren, Tragen, Be- und Entladen sowie Fahrzeugtransport) zu nutzen, da die Rückenlehne dem Träger den Zugang zu den Griffen versperrt (Abb. 4.53). Es muss eine schwere, nicht nutzbare Konstruktion mitbewegt werden, teils bei äußerst unergonomischer Körperhaltung (Abb. 4.49). Oft wäre der Einsatz leichterer Konstruktionen, z. B. ohne aufwändige Rückenlehnen, sinnvoller.

Abb. 4.48 Massive Tragesesselkonstruktion mit Rückenlehnenverstellung

Andererseits sollte gleichzeitig das Raumangebot im Fahrzeug verbessert werden. Eine angemessene Konstruktion muss daher nur die unbedingt erforderlichen Funktionen einbinden, z. B. Rückenlehnenverstellung, Fußstützen etc. und darüber

hinaus den Komfortaspekt oder Transportmöglichkeiten für medizinisches Gerät berücksichtigen.

Abb. 4.49 Einladen des Tragesessels

Generell erleichtern gute Fahreigenschaften auf unterschiedlichsten Untergründen jeden Transport und erhöhen gleichermaßen den Komfort. Leichtgängige Radkonstruktionen, Reifenmaterialien und -profile für Teppiche, glatte oder stumpfe, plane oder unebene Böden sollten daher unbedingt bedacht werden. Wie für die Fahrgestelle der Haupttrage, so gilt auch für das Fahrwerk der Tragesessel, möglichst vier Lenkrollen anzubieten, die sich mit Feststellern oder Rasten bei Bedarf positionieren lassen. Ziel ist es, sowohl Engstellen als auch lange gerade Strecken bequem und flexibel überwinden zu können.

Als besonderer Vorteil derartiger Sesselkonstruktionen sind eindeutig die montierten Armlehnen und Fußstützen zu nennen. Der Patienten nutzt nach Erfahrung der befragten Rettungsdienstmitarbeiter instinktiv diese Hilfen und trägt somit unwillkürlich zu einem deutlich sichereren Transport bei. Arme und Hände haben klar zugewiesene Auflagemöglichkeiten und der Patient kommt nicht in die Situation, anderweitig Halt suchen zu müssen. Der Griff zum Treppengeländer oder an umliegende Wände behindert und gefährdet den Transport. Nur ein sicherer Transport nimmt dem Patienten die Angst vor der unbekannten Transportsituation.

4.2.5.1 Modell C-1

Modell C-1 ist ein typischer nicht klappbarer Tragesessel (Abb. 4.50). Er verfügt über keine neigbare Rückenlehne, allerdings über ein verstellbares Fußpolster und klappbare Armlehnen. Diese ermöglichen auch den seitlichen Zugang zum Patienten beim Be- und Entladen, so dass dieser bequem beim Aufstehen und Setzen unterstützt werden kann. Positiv zu bewerten ist die Entkoppelung der Armlehnen (Abb. 4.50a) von den hinteren Tragegriffen. Unabhängig von der Nutzung der Armlehnen kann der Träger weiterhin individuell zufassen und findet guten Zugang zu den hinteren Tragegriffen.

Abb. 4.50 Tragesessel C-1, Griffdetails

Vorteilhaft ist die Möglichkeit, an der Rückseite zwei verschiedene Griffpositionen auszuwählen. Dies gibt dem Träger die Möglichkeit, sich den unterschiedlichen Tragesituationen anzupassen. Deutlich sind Gebrauchsspuren zu erkennen, die sich wie so oft an verdrehten Griffüberzügen zeigen (Abb. 4.50b). Zusätzlich zu den Tragegriffen besteht die Möglichkeit, den Sessel an zwei einfachen Bügeln, die sich am oberen Rand der Rückenlehne befinden, zu schieben. Diese sind allerdings nicht mit Griffüberzügen versehen worden. Es stehen so mit insgesamt vier Griffpaaren ausreichend Möglichkeiten zur Verfügung, den Stuhl flexibel in allen Transportsituationen bewegen zu können.

4.2.5.2 Modell C-2

Abb. 4.51 Tragesessel C-2

Konstruktionsprinzip und Zustand zeigen deutlich, dass es sich hierbei um ein Reservegerät älteren Baujahres handelt, das lediglich in Ausnahmesituationen zum Einsatz gebracht wird. Wie auch die anderen untersuchten Modelle, verfügt dieser Tragesessel über ein einheitliches System zum sicheren Transport in allen Krankentransportwagen. Mittels zweier Arretierungspilze gemäß DIN 13048 Teil 2 (1997) kann er in einer Führungsschiene auf dem Fahrzeugboden problemlos fixiert werden. Für den Fahrzeugtransport gilt, dass der Patient sowohl mit der Tragesessel eigenen als auch mit der internen Begurtung des Fahrzeugs gesichert wird.

Der Tragesessel verfügt entgegen dem Modell C-1 über eine Rückenlehnenverstellung, welche die typische Kopplung von Armlehnen, hinteren Tragegriffen und Rückenlehne aufweist. Wird nun die Rückenlehne in ihrer Neigung verstellt, neigen sich sowohl Armlehnen, als auch die Griffe. Der Tragesessel lässt sich daher in dieser Liegeposition nur rollend bewegen. Das Tragen wird in diesem Zustand stark behindert.

4.2.5.3 Modell C-3

Modell C-3 wird von den mitwirkenden Rettungsdiensten auf nahezu allen Krankentransportwagen der letzten Generation eingesetzt. Er ist ein typischer Vertreter der in der Einführung zu Kapitel 4.2.5 beschriebenen Tragesessel. An diesem Modell werden Konstruktionsprobleme am Fahrwerk deutlich. Er verfügt über zwei Gelenk- und zwei Bockrollen, deren Reifen und Felgen nicht aufeinander abgestimmt sind, so dass dem Reifen ein fester Sitz auf der Felge fehlt und sich das Fahrverhalten auf stumpfen Untergründen, beispielsweise Teppichböden, verschlechtert.

Abb. 4.52 Tragesessel C-3

Weiter fällt die Bedienung der neigbaren Rückenlehne auf. Sie ist nahezu stufenlos verstellbar. Die zugehörige Mechanik ist äußerst schwergängig, was zweifellos dem schlecht verlegten Bowdenzug, der diese Funktion auslöst, zuzuschreiben ist. Er wird durch das Rückenteil nach unten geführt, ist in diesem Bereich schlecht zu warten und wird zum Ende hin im engen Boden an die Zahnstangenarretierung herangeführt. Diese erfordert einen hohen Kraftaufwand zum Ausrücken. Verstärkt wird diese Problematik bei Belastung der Lehne durch einen Patienten.

Zu bemerken auch hier die Tatsache, dass die verstellbare Rückenlehne im täglichen Einsatz aus den bereits erläuterten Gründen fast nicht genutzt wird. Nicht nur, dass sich die Griffe beim Neigen der Lehne ebenfalls nach unten richten, sie lassen sich auch nicht in eingeschobener Position arretieren (Abb. 4.53). Dadurch wird auch das Schieben eingeschränkt. Soll der Sessel nun mit geneigter Rückenlehne im Fahrzeug transportiert werden, so wird dies durch die Einladehilfe verhindert. Diese ist im fahrbereiten Zustand hochgestellt und liegt dicht an der Rückenlehne des Sessels an. Zwar besteht für den Träger

Abb. 4.53 geneigte Rückenlehne

durch die weit ausziehbaren Griffe die Möglichkeit, den Abstand zur Trage zu vergrößern, um diese bequem anheben zu können, jedoch führt dies beim Einladen zu einer erheblichen Mehrbelastung (Abb. 4.49). Der Träger ist gezwungen, die Trage seitlich neben dem Körper zu halten, um sie auf der Einladehilfe abzustellen. Diese Drehbewegung mit Last könnte durch die Montage von jeweils zwei seitlichen Griffen vermieden werden. Beide Träger ständen in diesem Fall beim Be- und Entladen neben der Trage, um den Sessel gerade von hinten auf die Ladefläche zu heben.

4.2.6 Klappbare Tragesessel

4.2.6.1 Modell D-1

Modell D-1, ein sehr leichter klappbarer Tragesessel, verfügt an der Rückseite über zwei Bockrollen, die laut Hersteller zwar *„Leichtes Manövrieren ... auf glattem Untergrund“ (Ferno, 2004)* gestatten, jedoch nach Erfahrungen der Dortmunder Rettungsdieste ein äusserst schlechtes Fahrverhalten auf Teppichboden, einer sehr typischen Alltagssituation, zeigen. Hierbei schieben die Rollen den Teppich wellenförmig auf und laufen nicht mehr leicht über den Untergrund, sondern werden gebremst. Der Stuhl kann außerdem nur schubkarrenartig gefahren werden. Die niedrige Griffposition am Fußende erfordert ein Ankippen des Patienten. Der Träger steht dabei dicht am Patienten und ist somit nahezu ständig in engem Kontakt mit dessen Füßen. Die Körperhaltung kann als sehr ungünstig bezeichnet werden.

Abb. 4.54 Tragesessel D-1

Die Griffe an der Rückseite (Abb. 4.56) der Lehne sind derart weit oben montiert, dass der Träger schon zum Anheben nur mit angewinkelten Armen heben kann. Ein Heben aus den Beinen ist damit nicht mehr möglich. Lediglich für den Träger am Fußende besteht diese Option. Ist allerdings ein Transport über Treppen erforderlich, so wird vom Träger am Fußende ein erheblicher Halteaufwand (Abb. 4.55) verlangt. Der Stuhl kann mitsamt Patient, der möglichst waagerecht getragen werden muss, bestenfalls jedoch in leichter Rücklage, nur mit stark angewinkelten angehobenen Armen bewegt werden. Werden die Arme gestreckt, neigt sich der Stuhl mitsamt Pati-

ent unverzüglich abwärts. Der Patient kann hierdurch stark verunsichert werden.

Abb. 4.55 Vordere Griffe

Abb. 4.56 Hintere Griffe

Als vorteilhaft ist anzusehen, dass bei regulärem Transport ein ständiger Sichtkontakt zwischen Träger und Patient besteht. Zu bemängeln ist allerdings, dass auch hier kein Sicherungssystem für Hände und Arme des Patienten vorhanden ist. Dies kann zu Störungen im Transport führen, sobald der Patient versucht, seitlich Halt an Wänden oder Handläufen zu suchen. Desweiteren ist festzustellen, dass die vorhandene Fußstütze vom Patienten eher weniger genutzt wird, was zu den bereits erwähnten Behinderungen der Träger durch die Füße führt.

auf Grund der zu hoch montierten Griffe an der Rückseite führt das Tragen auf Treppen mit gestreckten Armen dazu, dass der Stuhl mit seinen Rollen bei normalem Treppenverlauf auf jeder Stufe aufsetzt und dem Patienten über Sitzfläche und Gesäß einen Schlag versetzt. Der Trage- bzw. Sitzkomfort ist dadurch erheblich beeinträchtigt. Ein weiteres störendes Konstruktionsmerkmal an der Rückseite ist eine Querverstrebung, die zur Stabilisierung des insgesamt sehr instabil wirkenden Stuhls montiert ist. Sie wird beim Tragen häufig als störend empfunden. Der Träger stößt wegen der zu kurzen Tragegriffe und dem damit verbundenen zu geringen Abstandes gegen diese Verstrebung oberhalb der Räder.

Die Griffe bestehen aus einem Standardprofil, das teilweise bereits für die Grundkonstruktion des Stuhls Verwendung findet. Die weichen Griffüberzüge, die auch an anderen Tragen dieses Herstellers zum Einsatz kommen, sind leicht verschiebbar und meist nur mit einer Niete befestigt. Sie reißen leicht aus und lösen sich schließlich vom Griffrohr. Die Grifflängenverstellung (Abb. 4.57) an den vorderen Griffen ist gut erreichbar.

Es ist festzustellen, dass im Modell D-1 gerade beim Transport über Treppen für beide Träger auf Grund zu niedriger Griffpositionen erhebliche Mehrbelastungen mit Sicherheits- und Komforteinschränkungen für den Patienten auftreten. Insbesondere zu den Griffen ist anzumerken, dass der Hersteller bereits ein weiteres Paar Griffe an der Rückenlehne anbietet. Sie sind unterhalb der ursprünglichen Griffe befestigt und können somit einige der oben genannten Unzulänglichkeiten und die damit verbundenen ergonomischen Mängel aufheben.

Abb. 4.57 Vorderer Griff

4.2.6.2 Modell D-2

Der untersuchte klappbare Tragestuhl mit Raupensystem D-2 ist ursprünglich als Evakuierungsstuhl konzipiert worden, so dass er nicht immer den Anforderungen der Rettungsdienste genügen kann. Die Stabilität der Konstruktion wurde beispielsweise für den täglichen Gebrauch durch die befragten Rettungsdienstmitarbeiter teils negativ beurteilt. Das untersuchte Modell wies stark verschlissene Keilriemen auf. Die zu geringe Lebensdauer erfordert einen für klappbare Tragestühle untypisch hohen Wartungsaufwand oder führt im Einsatz zur Funktionsminderung. Material und Dimensionierung inklusive Profilierung der Gleitriemen sollten auf die neuen Einsatzzwecke abgestimmt werden.

Abb. 4.58 Evakuierungsstuhl

Beim Be- und Entladen droht der Stuhl wegen fehlender Feststellmöglichkeiten für das Fahrwerk wegzurutschen, so dass mindestens ein zweiter Helfer erforderlich ist, der den Stuhl stabilisiert. Desweiteren ist es dem Patienten auf Grund der sehr tiefen Sitzmulde nur schwer möglich ohne fremde Hilfe aus dem Stuhl aufzustehen. Die Helfer unterstützen das Aufstehen am besten, indem sie sich seitlich positionieren, um die Person aus dem Stuhl zu heben. Optimal wäre ein dritter Helfer, der den Stuhl gegen Wegrollen sichert. Insgesamt ist der Transportkomfort eher gering einzustufen und somit weniger für den schonenden Krankentransport geeignet. Anzumerken ist außerdem, dass fehlende Seitenlehnen die zu transportierenden Person ver-

sunsichern können, so dass sie besonders während des Transportes über Treppen seitlich Halt sucht. Dadurch kann es zu Störungen des Transportes und zu Verletzungen bei Patient und Helfer kommen.

Das Fahrgestell am untersuchten Modell weist nach Gebrauch stark verbogene Gelenkrollen auf (Abb. 4.59b). Wie schon an den Fahrgestellen angemerkt ist die Montage der Lenkrollen nicht auf den Winkel der Drehebene abgestimmt. Das Rahmenuntergestell ist im Vergleich zum Nachfolgemodell lediglich aus Flachmaterial ausgeführt und neigt zu Torsion. Der Klappmechanismus im Nachfolgemodell (Abb. 4.59a) wird zusätzlich durch einen praktischen Gasdruckstoßdämpfer in Position gehalten, lästiges Nachjustieren mit den Füßen, besonders bei beladenem Evakuierungstuhl, entfällt. Hier reicht ein leichtes Antippen, um die Stützräder selbsttätig ausfahren zu lassen.

Abb. 4.59 Stützrollen, a. neue, b. alte Ausführung

Als Fazit der Mitarbeiter des Rettungsdienstes der Feuerwehr Dortmund ist festzuhalten, dass, bedingt durch das erschwerte Ein- und Aussteigen, ein hoher Zeitaufwand den Nutzen als Evakuierungsmittel für körperlich eingeschränkte Personen anzweifeln lässt. Die Konstruktion insgesamt erfordert einen hohen Personal- und Zeitaufwand. Lediglich der Transport über Treppen kann durch einen Helfer bewältigt werden. Durch die Transportposition des Helfers im Rücken des Patienten ist allerdings kein Sichtkontakt möglich. Dies ist besonders bei betreuungsintensiven Personen ebenfalls negativ zu bewerten.

Die Rettungsdienstmitarbeiter des Roten Kreuzes in Dortmund befördern nahezu jeden Patienten, der aus medizinischer Sicht sitzend transportiert werden kann, im Modell D-2. Neben demjenigen Helfer, der den Stuhl steuert, wird grundsätzlich ein zweiter Helfer eingesetzt, der in erster Linie die Betreuung und Sicherung des Patienten gewährleistet. Er bewegt sich rückwärts mit Blickkontakt zum Patienten treppabwärts vor dem Stuhl. An engen Passagen unterstützt er beim Umsetzen und Rangieren des Stuhls. Hier wären zusätzliche Griffe am Fußende wünschenswert. Der Hersteller hat mit dem Nachfolgemodell dieser Anregung bereits entsprochen.

Abb. 4.60 Raupensystem

Als ungünstig hat sich der Transport auf mit Teppichboden ausgelegten Treppen erwiesen. Das Raupensystem (Abb. 4.60) kann hier seine Funktionalität nicht ausreichend entfalten. Der Stuhl gleitet mit stehendem Riemen und wird nicht ausreichend gebremst. Der Treppentransport erfolgt durch das Gleitsystem in einer eher als Rückenlage zu bezeichnenden Position. Eine günstige Schwerpunktlage über dem Raupensystem verhindert das Kippen nach vorne. Es ist nur ein geringer Kraftaufwand zum Gegenhalten und Aufgleiten auf die Treppenstufen erforderlich. Dem Patienten wird gleichzeitig der Eindruck vermittelt er „kippe“ in Richtung Treppe und nicht vornüber aus dem Stuhl. Um einen komfortableren Transport zu gewährleisten, ist dennoch ein leichter Druck auf das Gleitsystem im hinteren Bereich auszuüben. Der Stuhl wird somit zusätzlich an die Stufenkanten gepresst, hebt sich dabei minimal vorne an und kann so, auf zwei Stufen geführt, auf die dritte aufgleiten.

4.2.6.3 Modell D-3

Abb. 4.61 Evakuierungsstuhl

In Zusammenarbeit mit dem Rettungsdienst des Roten Kreuzes in Dortmund wurde auf Grund der bisherigen Erfahrungen mit dem Vorgängermodell D-2 ein Feldversuch mit dem klappbaren Tragessel mit Raupensystem geplant. Hierzu stand das Modell D-3 zur Verfügung, das im Vergleich zum bisher bekannten Modell D-2 konstruktiv weiterentwickelt wurde.

Obwohl der Stuhl für den Einsatz durch Laien im Evakuierungsfall entwickelt wurde, wird er, wie bereits geschildert, vielfach im Rettungsdienst zur Beförderung kranker oder verletzter Personen eingesetzt. Größter Vorteil ist auch hier das Raupensystem an der Rückseite, mit dessen Hilfe ein sicherer, vor allem aber für die Träger wenig belastender Transport, vorwiegend über Treppen, durchgeführt werden kann. Bisher wurde jedoch stets bemängelt, dass der Stuhl nur schlecht über Hindernisse oder aufwärts über Treppen bewegt werden

könnte. Es fehlten sowohl am Kopf- als auch am Fußende Griffmöglichkeiten, die dies ermöglichten. Das aktuelle Modell ist um zwei Tragegriffe (Abb. 4.62), jeweils an Kopf- und Fußende, erweitert worden. Das Ergebnis dieser zusätzlichen Tragemöglichkeiten ist eine Ausweitung des Einsatzbereiches sowie eine zusätzliche Entlastung der Rettungsdienstmitarbeiter an Engstellen, Kurven oder Treppenabsätzen. Zur raumsparenden Unterbringung des Stuhls wurden beide Bügel klappbar gestaltet.

Abb. 4.62 Vorderer und hinterer Tragegriff am Modell D-3

Für die Feldversuche wurde ein Fragebogen (Anhang VI) zusammengestellt, mit Hilfe dessen in erster Linie Erkenntnisse aus dem erweiterten Einsatzbereich gewonnen werden sollen. Der Rettungsdienstmitarbeiter soll hierzu unter anderem die Gestaltung und Anordnung der neuen Griffe unter realen Einsatzbedingungen beurteilen. Dies schließt sowohl den Notfalleinsatz als auch den weniger zeitkritischen Krankentransport ein. Den Schwerpunkt bilden neben dem Anheben und Umsetzen des Stuhls der Transport auf- oder abwärts über Treppen oder Hindernisse, jeweils unter Nutzung der montierten Klappgriffe. Die Feldversuche konnten jedoch nicht wie vorgesehen durchgeführt werden, da zu diesem Zeitpunkt kein geeignetes Rettungsdienstfahrzeug zur Verfügung stand. Bereits im Vorfeld zeigte die Vermessung des modifizierten Stuhls, dass dieser im Vergleich zu seinem Vorgänger im Bereich der vorderen Rollen an Tiefe zugenommen hat. Dies bestätigt anschaulich ein direkter Größenvergleich mit dem Vorgängermodell (Abb. 4.63). Zudem stehen die Griffenden des vorderen Klappbügels jeweils um etwa 5 cm über die Silhouette heraus. Zusätzlich wurde am Hauptbügel an der Kopfseite ein Anschlag montiert, der ein weiteres Einschieben im ungenutzten Zustand verhindert. Dies führt zu einer Längenzunahme von etwa 15 cm.

Es lässt sich somit feststellen, dass sich die baulichen Veränderungen negativ auf die Abmessungen des zusammengelegten Stuhls auswirken. War die Unterbringung des Vorgängermodells bisher auf nahezu jedem Fahrzeug problemlos möglich, so ist dies mit dem neuen Modell nicht mehr gegeben. Obwohl moderne Rettungswagen über ein großzügigeres Raumangebot mit zahlreichen Staumöglichkeiten verfügen, fand sich bisher an den zur Verfügung gestellten Fahrzeugen keine Möglichkeit, das Testobjekt unterzubringen. Zu kleine, schmale Staufächer, aber auch fehlende Sicherungseinrichtungen (10g-Test gemäß DIN EN 1789) verhinderten bis zum Verfassen dieses Berichtes diesen Feldversuch.

Abb. 4.63 Größenvergleich der Modelle D-2 und D-3

Die baulichen Modifikationen haben neue Fragen aufgeworfen, die weniger den Patiententransport, als vielmehr den Transport der Tragehilfe im Rettungsfahrzeug betreffen. Unter Berücksichtigung des eingeschränkten Raumangebotes bereits im Dienst befindlicher Fahrzeuge sollten derartige baulichen Änderungen ebenfalls auf ihre Tauglichkeit hin geprüft werden.

4.2.6.4 Modell D-4

Als Weiterentwicklung des klassischen klappbaren Tragesessels verfügt das Modell D-4 (Abb. 4.64) über ein Raupensystem, mit dessen Hilfe Stuhl und Patient über gerade Treppen transportiert werden können. Das stark belastende Tragen entfällt. Die maximal zulässige Traglast des Tragesessels liegt mit 182 kg mehr als 30 kg über

den nach DIN 1865 geforderten 150 kg. Auf beiden Seiten des Stuhls sind in gut sichtbarer Weise Hinweise angebracht. Das Raupensystem ist klappbar an der Rückseite des Stuhls montiert und behindert die Nutzung als klassischen klappbaren Tragesessel in keiner Weise. Zusätzlich verfügt der Stuhl zum sicheren Führen auf Treppen über einen weit ausziehbaren Bügel, an dem eine Kopffixierung verschiebbar angebracht ist. Alle Bedieneinrichtungen sind wie auch an Fahrgestell und Krankentrage desselben Herstellers einheitlich rot gekennzeichnet.

Abb. 4.64 Tragesessel D-4

Die vorderen Griffe sind im ausgefahrenen Zustand lediglich in einer Position arretierbar und bieten damit zu wenig Verstellmöglichkeiten. Nachteilig ist hier besonders, dass nicht genügend Abstand des Trägers zur Trage vorhanden ist. Dies führt besonders bei größeren Patienten (Abb. 4.65) zu Behinderungen des Trägers, der mit den Beinen, Knien und Füßen des Patienten kollidiert. Muss der Stuhl vorwärts über längere Strecken getragen werden, schränkt der zu geringe Abstand den Bewegungsraum des Träger stark ein. Beim Rückwärtsgehen wird er gezwungen, durch Vorbeugen Abstand zur Trage herzustellen und gerät damit in eine ungünstige Körperhaltung.

Abb. 4.65 Eingeschränkte Bewegungsfreiheit für den vorderen Träger

Die Sicherung des Patienten ist sehr umfangreich (Abb. 4.64). So stehen sowohl ein Gurtsystem für den Oberkörper, eine Fixierung der Füße und ein Kopfgurt zur Verfügung. Zum leichteren Anlegen der gekreuzten Oberkörperbegurtung können die Gurthälften farblich unterschieden werden. Rettungsdienstmitarbeiter schlugen zur weiteren Verbesserung des Handlings vor, Automatikgurte einzusetzen. Ebenfalls positiv zu bemerken ist das Vorhandensein einer Fußstütze, die allerdings großen Füßen inkl. Schuhwerk mehr Platz bieten könnte (Abb. 4.65). Auf Armlehnen wurde leider gänzlich verzichtet. Die Oberfläche der Hartschalensitzfläche wird als sehr glatt beschrieben, so dass der Patient trotz Begurtung rutschen kann.

Der Stuhl verfügt über zwei Gelenkrollen an der Vorderseite, an der Rückseite über größere Bockrollen, die beide mittels großzügiger Feststellbremse (Abb. 4.66) blockiert werden können, um so das Be- und Entladen zu ermöglichen, ohne dass dabei der Stuhl festgehalten werden muss. Der Stuhl ist sehr wendig, jedoch wird er auf Teppichböden im Gegensatz zu glatten Böden leicht gebremst. Stoßen die vorderen Rollen an ein Hindernis, während der Stuhl am hinteren Bügel geschoben wird, so kann der Bediener auf Grund des langen Hebels den Stuhl unbeabsichtigt in Fahrtrichtung kippen.

Abb. 4.66 Feststeller

Auf Grund des sehr weit vorne über dem Raupensystem liegenden Schwerpunktes setzt der Stuhl beim Gleiten über Stufen häufig auf. Ein erheblicher Komfortverlust für den Patienten ist die Folge. Der Stuhl wäre daher nur mit hohem Kraftaufwand auf die Stufen zu pressen, um so das Aufgleiten zu vereinfachen. Um den Abstand zum Stuhl zu vergrößern, sollte der rückseitige Bügel länger sein oder in Richtung Bediener abgeknickt werden. Auf einen zweiten Helfer kann im Gegensatz zu den Evakuierungsstühlen D-2 und D-3 nicht verzichtet werden. Trotz Herstelleranweisung wird dies in der Praxis oft nicht bedacht. Der Transport kann so bei gleichzeitig geringerem Kraftaufwand für den Träger am Führungsbügel deutlich schonender für den Patienten durchgeführt werden. Vor dem Aufgleisen auf die Treppe muss der Stuhl bereits frühzeitig gekippt werden, um nicht nach vorne überzuschlagen; gleichzeitig dürfen die Vorderräder nicht über die Stufenkante hinaus geschoben werden. Der Helfer am Fußende muss daher den Stuhl in Richtung erster Treppenstufe führen. Er trägt auch hier für einen sicheren Transport Sorge. Erst mit dem zweiten Träger kann ein Transport mit dem Modell D-4 zügig und vor allem sicher durchgeführt werden. In der folgenden Tabelle (Tab. 4.4) ist ein typischer Transport über eine Treppe dokumentiert. Es wurde aus Darstellungsgründen auf einen zweiten Helfer verzichtet. Die Schwierigkeiten, insbesondere beim Aufgleisen, lassen sich so deutlicher erkennen.

Abb. 4.67 Einsatzbereit für den Treppentransport

Tab. 4.4 Ablauf eines Transportes mit Modell D-4 auf einer Treppe

1	2	3	4
Ausklappen der Raupen	Kippen des Tragesessels	Heranfahren an die Treppe	Aufgleisen auf die erste Stufe
5	**6**	**7**	**8**
Ausrichten über zweite Stufe	Abwärtsgleiten und führen	Aufgleiten auf Stufenkanten	...
9	**10**	**11**	**12**
...	...	...	Absetzen und Aufrichten

Ein Transport über gewendelte Treppen ist mit keinem der vorgestellten Raupensysteme möglich (Abb. 4.68). Die starren Raupensysteme können die wechselnde Stufentiefe nicht überbrücken. Der Stuhl kann in diesen Fällen nur getragen werden. Befragungen der Rettungsdienstmitarbeiter haben weiter ergeben, dass die Raupenprofilierung (Abb. 4.69) zu Vibrationen führten, die der Patient im Allgemeinen als unangenehm empfindet, weil sie für ihn unbekannt sind. Im Vergleich zu Modell D-2 bzw. D-3 ist das Fahrverhalten auf teppichbelegten Stufen deutlich sicherer, da die grobe Profilierung einen besseren Halt bietet.

Abb. 4.68 Raupensystem auf Wendeltreppe

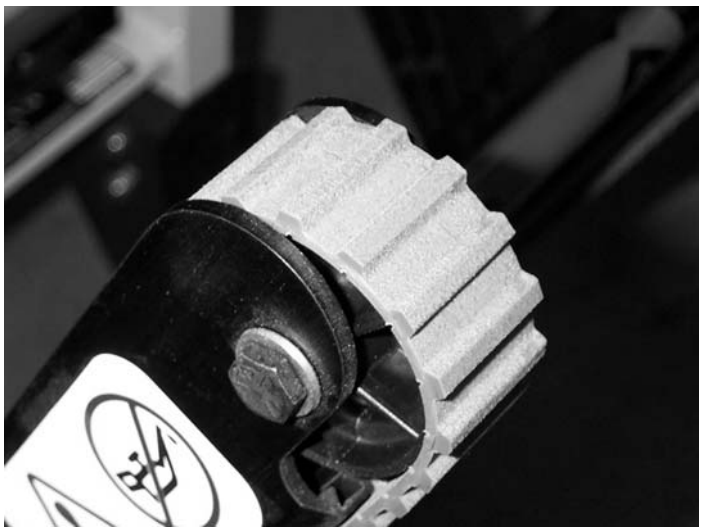


Abb. 4.69 Raupensystem Modell D-4, obere Umlenkrolle

4.3 Ergonomische Evaluation

Die weitere ergonomische Evaluation erbrachte sowohl technische Erkenntnisse als Ergebnisse der Härte- und Kraftmessungen, als auch physiologische Daten. So werden im nun Folgenden neben den erwähnten Messungen auch Ergebnisse der Thermographie und Videodokumentation erörtert. Die umfangreichen Informationen aus Checkliste, Fragebogen und Interview sind bereits im vorangehenden wiedergegeben. Da das Hand-Arm-System von größter Bedeutung für die Neugestaltung und Bestandsbewertung ist, soll es in Abschnitt 5.3 (Transportanalyse) dargestellt werden.

4.3.1 Härtemessung

An den Tragehilfen wurden zunächst diejenigen Bauteile ermittelt, deren Materialbestandteile sich als Weichgummi identifizieren ließen. Hierunter fielen in erster Linie die Überzüge sämtlicher Griffe, aber auch die einiger Stellteile. Desweiteren konnten ebenfalls die Härtegrade der Vollgummibereifungen gemessen werden.

An den untersuchten Griffüberzügen erfolgte die Härtemessung, teils abweichend von DIN 53 505, auch für Materialstärken unterhalb 6 mm. Bei einer geringeren Dicke des Probekörpers könnten, falls möglich, mehrere Prüfkörper übereinander gelegt werden. Auf Grund fehlender loser Materialproben geschah dies jedoch nicht. Die Prüfobjekte sollten nicht beschädigt oder zerstört werden. Die auf diese Weise erhal-

tenen verfälschten Messwerte werden daher abweichend von einer rein objektiven Materialprüfung vielmehr als Gesamteindruck des Griffsystems aufgefasst. Dessen wesentliche Bestandteile sind: a) der tragende Unterbau, meist Metallrohre, und b) der Oberbau, also die Griffüberzüge, die die eigentliche Kontaktfläche zur Hand bilden. Ein eindeutiger Rückschluss von der ermittelten Griffhärte auf das eingesetzte Material ist folglich nahezu ausgeschlossen. Dies ist auch nicht Ziel der Messung, sondern vielmehr die möglichst objektive Beschreibung eines Griffes als Funktionseinheit.

Anders verhält es sich mit den vorgefundenen Reifen und Rädern. Hier ist in der Regel eine ausreichende Materialstärke vorhanden, die eine objektive Prüfung zulässt. Gemessen wird sowohl auf der Lauffläche als auch an den Flanken. Verschmutzungen und Versprödungen des Materials führen aber auch hier nur zu bedingt verwertbaren Ergebnissen. Es werden daher an mehreren Stellen Messungen durchgeführt und die Ergebnisse arithmetisch gemittelt. Auf die Reifenhärte soll in diesem Zusammenhang auf Grund ihrer geringeren Bedeutung für den Träger während der Nutzung der Tragehilfen nicht weiter eingegangen werden. Sie könnte allerdings als Patienten-Komfortmaß bedeutsam sein.

Die Messwerte der Härtemessung werden für die einzelnen Bauteile in in den jeweiligen Datensätzen dokumentiert. Ein Beispiel findet sich in Anhang VIII.

4.3.2 Kraftmessung

Die umfangreichen Messwerte der Kraftmessungen wurden für die einzelnen Bedieneinrichtungen in Anhang VII in den jeweiligen Datensätzen dokumentiert. Neben Zug- und Druckkräften, die problemlos mit dem vorhandenen Kraftmesser ermittelt werden konnten, fand sich eine Bedieneinrichtung zur Arretierung der Gelenkrollen am Fahrgestell A-4 (Abb. 4.18 S. 37), die mittels Drehmoment betätigt werden muss. Auf die Ermittlung dieser Größe wurde auf Grund fehlender Messeinrichtungen verzichtet. Die Betätigung dieses Drehschalters vermittelt den subjektiven Eindruck eines nicht übermäßigen Kraftaufwandes; die Bedieneinrichtung kann durchaus als leichtgängig bezeichnet werden.

4.3.3 Optische Darstellungsmethoden

Mit Hilfe der optischen Darstellungsmethoden wurden sichtbare ergonomisch relevante Zustände, Zustandsänderungen und Bewegungsabläufe in Bildern und Videos

erfasst und konnten so zur weiteren Auswertung und Dokumentation aufbereitet und archiviert werden. Zudem war es möglich, mittels Thermographie Zustände nicht sichtbarer Komponenten – Temperatur – sowie deren Verläufe zunächst zu visualisieren, zu dokumentieren und auszuwerten.

4.3.3.1 Thermographie

Ausgangspunkt dieser Versuche war die Frage, ob und inwiefern Thermogramme als Qualitätsmerkmal zur Beurteilung eines Griffes herangezogen werden können. Hierzu sollen mögliche Zusammenhänge zwischen den wählbaren Griffparametern, siehe Kapitel 5.4, und den Auswirkungen auf die Hände ermittelt werden. Es wird vermutet, dass die Gestalt der Griffe und die über sie eingeleiteten Kräfte unmittelbar zu Änderungen der Durchblutung der Hand, speziell der Finger, führen. Mittels Thermographie soll daher zunächst die Oberflächentemperatur der gesamten Handinnenseite visualisiert werden, um so möglicherweise Rückschlüsse auf den Blutfluss in den Gefäßen der oberen Hautschichten ziehen zu können.

Für Laborversuche wurde eine Krankentrage mit starren Holmen nach DIN 13024 T1 (1997) ausgewählt, die mit einem Dummy, Körpergewicht 80 kg, beladen wurde. Die Trage wurde einseitig durch einen Probanden gehalten, die zweite Seite wurde auf Böcken derart gelagert, dass sich die Krankentrage in der Waagerechten befand. Für die Versuche wurde eine auf 60 Sekunden Dauer begrenzte statische Belastung gewählt. Die Hautoberflächentemperatur der Träger, rechte Handinnenseite, wurde mittels Thermogramm (Tab. 4.6a) vor und nach dem Halten dokumentiert. Jeweils für den Mittelfinger wurde ein Temperaturverlaufsprofil erstellt sowie die minimale und maximale Temperatur ermittelt. Die Versuchsparamter, Belastungsart und Haltedauer, entsprechen nur sehr eingeschränkt einem realen Transport. Längere Wegstrecken, Lastwechsel einer schwingenden Krankentrage und wechselnde Handhaltung wurden nicht berücksichtigt. Die durchgeführten Versuche sollen daher lediglich als Vorversuche gewertet werden und können maximal tendenzielle Ergebnisse liefern, die eine detaillierte Beschreibung der physiologischen Zusammenhänge nur sehr eingeschränkt zulassen.

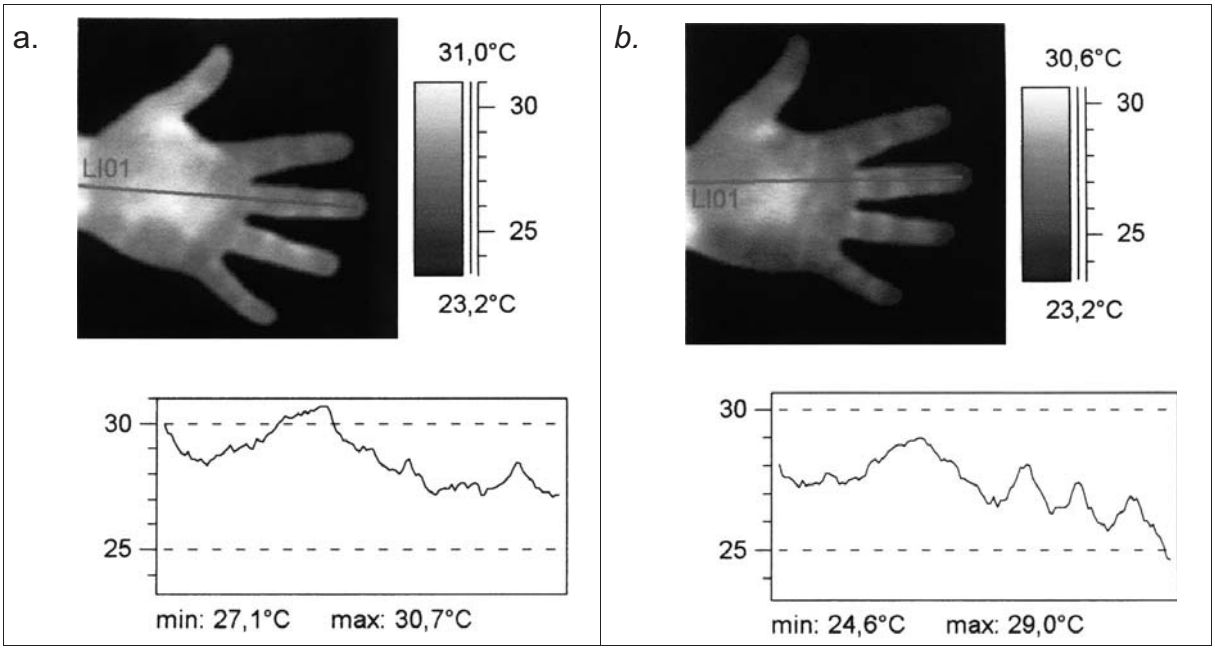
Zu den in Tabelle 4.6 vorliegenden Thermogrammen finden sich weitere sechs Thermogramme von drei verschiedenen Händen in den Anhängen IX und X. Tabelle 4.5 zeigt in einer Übersicht die ermittelten Temperaturen und Temperaturdifferenzen der einzelnen Thermogramme. Neben den unterschiedlichen maximalen und minimalen Ausgangstemperaturen ist zu erkennen, dass die nach der Belastung gemessenen Oberflächentemperaturen um maximal bis zu 1,7°C (Hand1) abgefallen

Tab. 4.5 Zusammenfassung der Messwerte aus Anhang IX und X

	Hautoberflächentemperatur in °C					
	vor der Belastung		nach der Belastung		**Temperaturdifferenz**	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	**Minima**	**Maxima**
Hand 1	27,1	30,7	24,6	29,0	**-2,5**	**-1,7**
Hand 2	29,1	31,4	26,8	31,0	**-2,3**	**-0,4**
Hand 3	28,5	31,7	24,6	30,4	**-3,9**	**-1,3**
Hand 4	27,9	31,8	25,5	31,5	**-2,4**	**-0,3**

sind. Die geringste Temperaturänderung weist Hand 4 mit 0,3°C für die maximale Temperatur auf. Die Messwertänderungen der minimalen Temperatur liegen zwischen 3,9°C (Hand 3) und 2,3°C für Hand 2. Allen Thermogrammen nach der Belastung ist zu entnehmen, dass insbesondere ab dem ersten Fingerknochen die Temperaturen bis zur Fingerspitze um teilweise mehr als 3°C abfallen.

Tab. 4.6 Thermogramme der Hand 1 a. vor und b. nach der Belastung



Zu den vermuteten Prinzipien und Wechselwirkungen lassen sich dennoch einige Thesen aufstellen. So kann zunächst die Wirkungsweise der Griffoberfläche betrachtet werden. Der eingesetzte Griff war mit einem stark geriffelten Überzug versehen, dessen Profilierung eher als scharfkantig – siehe auch 4.3.3.1 (Thermographie) – bezeichnet werden kann. Der Griff liegt, je nach Griffhaltung, kurz vor dem ersten Fingergelenk auf. Hierbei üben diese Profile unter der aufgebrachten Last einen gewissen Druck auf die Haut aus, so dass in den oberen Hautschichten Gefäße

gestaucht werden könnten. So wird der Blutfluss gestört oder unterbrochen, mit der Folge eines Durchblutungsmangels und eines Temperaturabfalls im weiteren Verlauf der Gefäße.

Weiter ist zu vermuten, dass die Isolationseigenschaften der verwendeten Griffe und Griffüberzüge eine Rolle spielen. Dies könnte bedeuten, dass der dünne Griffüberzug die Handwärme schnell an den darunter liegenden tragenden Unterbau weiterleitet. Dieses metallische Rohrmaterial leitet wiederum gut Wärme ab. Wärmeentzug durch Materialeigenschaften könnte daher ebenfalls die sinkende Temperatur in den Fingern erklären. Im Rückschluss wäre daher zu überprüfen, ob isolierende Griffüberzüge einen Wärmestau in der Grenzschicht zwischen Hand und Überzug zur Folge haben. Dies könnte schließlich sogar Temperaturerhöhung am Griff bewirken und somit zur Erwärmung der Finger führen.

Kombinatorische Wirkungen mit wechselnden Griffprofilen und -oberflächen wurden nicht überprüft. Hierzu sowie zu den genauen Ursachen der sinkenden Temperatur sind weitergehende Versuche unter Berücksichtigung realer Einsatzbedingungen erforderlich. Die ermittelten Ergebnisse lassen keine eindeutigen unmittelbaren Schlüsse auf die Wirkmechanismen im Hand-Griff-System zu. Ebenso sind bisher keine Aussagen anhand der Temperaturprofile über die Qualität der vorliegenden Material- und Gestalteigenschaften einzelner Griffe zu treffen. Es zeigte sich in den Versuchen dennoch, dass es zumindest zu Änderungen der Hautoberflächentemperatur nach einer Lasteinwirkung kommen kann.

4.3.3.2 Videodokumentation

Die Grundlage für die gewählten Detailbeobachtungen innerhalb der Videodokumentation bilden die Erkenntnisse der ergonomischen Evaluation. Ein deutlicher Schwerpunkt wurde allerdings auf die Beobachtung und Analyse der Bewegungsabläufe des Hand-Arm-Systems gesetzt. Ziel war es, Informationen zu den einzelnen Kontaktphasen zwischen Hand und Griff sowie zu deren ergonomischem Zusammenspiel zu erlangen. So wurden die einzelnen Greifpositionen an unterschiedlichen Griffen filmisch dokumentiert. Um eine genauere Auswertung vornehmen zu können, wurden die Videosequenzen in Einzelbilder gesplittet.

Das ebenfalls sehr umfangreiche Videomaterial fließt auf Grund des begrenzten Rahmens in nur sehr geringem Umfang in die Absätze 5.3 und 5.4 des Kapitels Diskussion und Schlussfolgerungen ein. Anhand der ausgewählten Sequenzen können klare eindeutige Aussagen zu den Bewegungsabläufen getroffen werden.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Den Schwerpunkt der Detailbetrachtung bilden die Schnittstellen zwischen Träger und Tragehilfen. Es finden sich drei wesentliche beeinflussbare Kontaktgrößen, die die Intensität eines Kontaktes beschreiben. Hieraus lässt sich auf eine Gewichtung der Kontaktstellen schließen.

Kontakte erfolgen zunächst visuell. Dies umfasst in erster Linie die Wahrnehmung unterschiedlicher Kennzeichnungen, die die Nutzung der Tragehilfen unterstützen. Desweiteren beeinflussen Kraftgrößen die Art des Kontaktes. Hier lässt sich unterscheiden in Stellteile und Griffe. Kraft- und Momentenübertragung erfolgen über die Stellteile auf die Verriegelungen und Arretierungen. Im Vergleich zu den an Griffen übertragenen Kräften fällt hier der Kraftaufwand jedoch deutlich geringer aus. Als dritte Komponente zur Beurteilung und Gewichtung sollen die Kontaktzeiten zu den Schnittstellen herangezogen werden. Dabei ist davon auszugehen, dass der Belastungsdauer neben den zu übertragenen Kräften die größte Bedeutung zukommt.

5.1 Kennzeichnungen

Für jegliche Benutzung von Arbeitsmitteln sind Bedien- und Sicherheitshinweise zu beachten. Dies gilt ebenso für die unterschiedlichen Tragehilfen im Rettungsdienst. Hierzu sind diese mit teils umfangreichen Kennzeichnungen versehen, die einen sicheren und gefährdungsfreien Gebrauch gewährleisten sollen. Einerseits sind Fragestellungen der inhaltlichen Gestaltungen zu bearbeiten, andererseits ist in nicht unerheblichem Maße die Materialwahl zu beachten. Die Kennzeichnungen lassen sich in Sicherheits- und Bedienungshinweise unterscheiden.

Grundsätze

Konstruktive und gestalterische Grundsätze sind insbesondere für sicherheitsrelevante Kennzeichnungen und Beschriftungen zu fordern.

So sind Inhalte knapp zu halten und derart zu gestalten, dass sie leicht verständlich sind. Aussagen sind eindeutig und deutlich zu formulieren, um eine dennoch mögliche Fehlbedienung sicher auszuschließen. Insbesondere Sicherheitshinweise sind so zu plazieren, dass sie gut einsehbar und vor allem schnell zu erfassen sind. Dieses Konstruktionsziel ist beispielsweise durch einen starken Kontrast zum Untergrund zu erreichen. Das Hervorheben gegenüber anderen Bauteilen der Konstruk-

tion soll bereits unbewusst das Interesse des Nutzers hervorrufen, um schließlich den bewussten Blick des Nutzers auf die Informationen zu lenken. Für die weitere Gestaltung ist zu beachten, dass auf Text möglichst verzichtet wird und stattdessen überwiegend Symbolik gewählt wird. Diese soll ebenfalls leicht verständlich sein und möglichst auf bereits bekannte Piktogramme aus dem Alltag (genormte Sicherheitskennzeichnungen, Straßenverkehr) zurückgreifen.

Inhaltliche Gestaltungshinweise bietet unter anderem die Maschinenrichtlinie in knapper jedoch treffender Form. Sie gelten insbesondere dann, wenn Gefährdungen nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden können:

> *„Bestehen trotz aller getroffenen Vorkehrungen weiterhin Gefahren oder handelt es sich um potentielle, nicht offensichtliche Gefahren (...), so muß der Hersteller darauf hinweisen.*
>
> *Diese Hinweise auf Gefahren müssen vorzugsweise in allgemeinverständlichen Piktogrammen dargestellt und/oder in einer der Sprachen des Verwendungslandes sowie, auf Verlangen, in den vom Bedienungspersonal verstandenen Sprachen abgefaßt sein.“*
>
> ***1.7.2 Warnung vor Restgefahren, RL 98/37/EG: Maschinenrichtlinie***

Sind Hinweise in Textform nicht zu umgehen, so ist insbesondere zu beachten, dass diese der entsprechenden Landessprache (Abb. 5.1) angepasst oder mindestens zweisprachig ausgeführt werden. Verwechslungen oder sprachliche Unklarheiten können so nahezu ausgeschlossen und die Sicherheit von Trägern und Patient gewährleistet werden.

Abb. 5.1 Warnhinweise

Dies gilt selbstverständlich auch für die verwendeten Maßeinheiten. Wie in Abbildung 5.2 zu sehen ist, müssen diese nicht notwendigerweise den gebräuchlichen, landestypischen Einheiten entsprechen und können daher nicht dezimal umrechenbar sein.

Abb. 5.2 Belastungsangabe

Für die Materialbeschaffenheit und Anbringung gilt, dass sie dauerhaft und abriebfest ausgeführt sein muss. Gerade Kennzeichnungen an Bedieneinrichtungen, zu denen während der Be-

dienung Kontakt mit den Händen besteht, sind gegen Ablösen oder Abrieb zu sichern. Abbildung 5.3 weist neben einem nicht landessprachlichen Text, der zudem auf Grund seiner Schriftgröße schlecht lesbar ist, erhebliche Auflösungserscheinungen. Abbildung 5.4 zeigt einen Bedienhinweis an einem Fahrgestell. Dieser befindet sich unterhalb der aufgesattelten Krankentrage, die bei jedem Be- und Entladevorgang mit diesem in Berührung kommt. Handelt es sich um sicherheitsrelevante Hinweise, so kann auf eine Gefährdung bei der Benutzung der Tragehilfe nicht ausreichend hingewiesen werden. Es ist daher zu beachten, dass sämtliche Kennzeichnungen für den gesamten Lebenszyklus eines Arbeitsmittels bestand haben oder aber auch einer Wartung und einem regelmäßigen Austausch unterliegen.

Abb. 5.3 Hinweise an einer Bedieneinrichtung

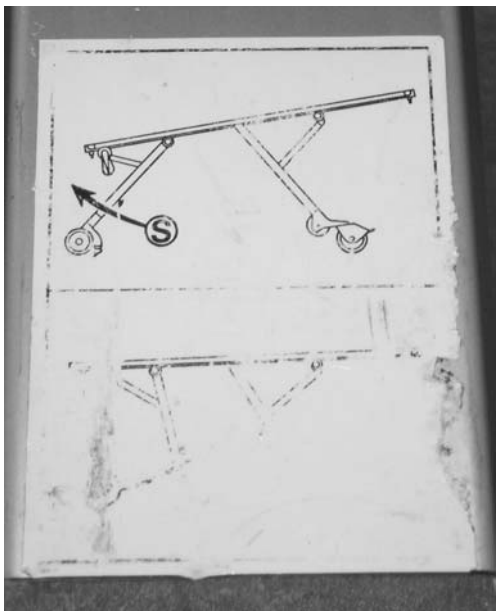


Abb. 5.4 Abgelöste Bedruckung

Sicherheitshinweise

Jegliche hinweisende Sicherheitstechnik ist insbesondere unter den zuvor genannten Gesichtspunkten zu betrachten. Hierzu zählen unter anderem Hinweise auf Gefahrstellen, wie beispielsweise Quetsch- und Scherstellen. Diese können neben einer Kennzeichnung mit Symbolen farblich gegenüber anderen Bauteilen hervorgehoben werden, um so eine Warnwirkung zu erzielen. Ebenfalls von entscheidender Bedeutung für einen sicheren Betrieb einer Tragehilfe ist insbesondere die maximale Zuladung. Überladung führt einerseits zu einer deutlichen Mehrbelastung der Träger; sie kann andererseits aber auch das Versagen tragender Elemente zur Folge haben. Im schlimmsten Fall klappt die Tragehilfe förmlich zusammen, wie von Rettungsdienstmitarbeitern berichtet wird. Häufig wird jedoch an Tragehilfen auf einen kurzen, prägnanten Hinweis auf die maximale Zuladung verzichtet, so dass der Nutzer gezwungen ist, diese Informationen einer umfangreichen Bedienungsanleitung zu entnehmen.

Bedienungshinweise

Neben den Sicherheitshinweisen sind oftmals Bedienungshinweise an Arbeitsmitteln zu finden. Obwohl davon auszugehen ist, dass stets Rettungsdienstmitarbeiter als geschultes Fachpersonal mit der Bedienung und Nutzung der Tragehilfen befasst sind, so ist es doch sinnvoll, auf Bedienelemente, deren Bewegungsrichtungen und Funktionsbereiche mit übersichtlichen Darstellungen hinzuweisen.

Abb. 5.5 Farbliche Kodierung

Wird bei der Beschriftung Wert auf eine farbliche Gestaltung der Inhalte gelegt, so sind farbliche Zuordnungen zu Stellteilen eindeutig zu treffen. Wie Abbildung 5.5 zeigt, kann die Kodierung der Bedieneinrichtungen eindeutig ihren Funktionen zugeordnet werden. So sind diese nicht nur an einer schematischen Darstellung der Tragehilfe erläutert, sondern werden gleichzeitig explizit gegenübergestellt.

5.2 Bedieneinrichtungen

Als zweite wichtige Schnittstelle zwischen dem Arbeitsmittel Tragehilfe und dem Rettungsdienstmitarbeiter sind die Bedieneinrichtungen zu nennen. Sie sind für die Kraftübertragung zu den technisch-mechanischen Funktionseinheiten einer Tragehilfe verantwortlich. Mit ihrer Hilfe werden die unterschiedlichsten Funktionen an den beweglichen Bauteilen ausgelöst. Neben einigen konstruktiven Grundlagen sollen hier verschiedene Bedieneinrichtungen mit unterschiedlichen Funktionen beschrieben werden.

5.2.1 Grundsätze

Wie für alle Bauteile eines Arbeitsmittels gelten auch für die Bedieneinrichtungen an Tragehilfen Konstruktionsgrundsätze. Diese lassen sich den Gestaltungsleitlinien von kraftbetonten Stellteile entnehmen (Bandera 1986) und entsprechen desweiteren in Details den im Folgenden beschriebenen Gestaltungsmerkmalen der Handgriffe. Zu unterscheiden ist nach Greif- und Kopplungsart, Form und Abmessungen des Greif-

objektes, Lage des Angriffspunktes im Bewegungsraum des Hand-Arm-Systems. Weiter sind die Anordnung der Bedieneinrichtung am Arbeitsmittel sowie die auftretenden Bedienkräfte und Richtungen von Bedeutung.

Da es sich bei der Betätigung der Bedieneinrichtungen an den Tragehilfen stets um kurzzeitige Kontakte handelt, sind Arbeitswiderstände, die abhängig von Greifart und Lage des Stellteils relativ zum Nutzer sind, von bis zu 150 N zulässig. Sowohl die Greifart, die Anzahl der eingesetzten Finger als auch die Betätigungsart (Ziehen, Drücken oder Tasten) sind als weitere Merkmale einer Betätigung zu nennen.

Ebenso von Bedeutung ist die Lage des Stellteils im Raum. Sie entscheidet über die Betätigungsrichtung, die Lage des Kraftangriffspunktes und schließlich auch über die aufzubrigenden Betätigungskräfte. Wird die Lage in Bezug zu typischen Armreichweiten gesetzt, so zeigen sich insbesondere bei festen Positionen der Rettungsdienstmitarbeiter bei Transport und Betreuung des Patienten, günstige und weniger günstige Stellteillagen. So ist stets eine Positionierung anzustreben, die der natürlichen Körperhaltung folgt und unnatürliche Bewegungen ausschließt. Es sind, wie sich dies auch bei Tragegriffen zeigen wird, die Funktionsachse einer Bedieneinrichtung und die anatomische Achse des Bedieners in Übereinstimmung zu bringen.

Desweiteren beschränken anatomische Grenzen des Hand-Arm-Systems Bewegungen der Bedieneinrichtung. Schwere Schutzhandschuhe können die Bedienbarkeit ebenfalls stark einschränken.

5.2.2 Festlegen der Gestalt

Als Form einer Bedieneinrichtung soll in diesem Zusammenhang die Gestalt der Kontaktstelle zum Bediener verstanden werden. Dies ist gleichbedeutend mit einem Griff, Schalter, Taster, Hebel etc. Die Anforderungen einer Bedienfunktion beeinflussen die Gestaltung der Bedieneinrichtungen. Kraft, Genauigkeit und Schnelligkeit, mit der die einzelnen Funktionen an einer Tragehilfe ausgeführt werden müssen, sind ebenfalls ausschlaggebend für die Gestaltung. Hohe Arbeitswiderstände erfordern Umfassungsgriffe, schnell ausführbare Funktionen, Kontaktgriffe und Genauigkeit, Zufassungsgriffe (Tab. 5.2). Genauere Konstruktionsdetails zu den Griffformen werden ausführlich in den Kapiteln 5.3 und 5.4 erläutert. Ebenso die Frage, wann die erforderlichen Kräfte mittels Form- oder Reibschluss übertragen werden.

Zusätzlich sind Abmessungen, Werkstoffe und Oberflächen festzulegen. Soll die Gestaltung ergonomisch sinnvoll sein, sind all diese Aspekte und die gegenseitigen

Abhängigkeiten ebenfalls zu beachten (Kapitel 5.3 und 5.4). Kraftübertragung sowie anatomische Voraussetzungen, wie beispielsweise Hand- und Fingerabmessungen, sind mit einzubeziehen. In Abhängigkeit der bevorzugten Kraftübertragung können geeignete Oberflächen und Werkstoffe ausgewählt werden.

5.2.3 Sicherheitsrelevante Aspekte

Ein wichtiger Konstruktionsaspekt ist die sicherheitsrelevante Gestaltung der Bedieneinrichtungen. Es ist stets zu beachten, dass eine ungewollte bzw. versehentliche Betätigung und Auslösung von Funktionen ausgeschlossen wird. Dies kann beispielsweise durch Kopplung mehrerer Stellteile für eine Funktion geschehen. In Abschnitt 5.1 (Kennzeichnungen) wurde bereits ausführlich auf die eindeutige Kodierung eingegangen. So sind geeignete Piktogramme auszuwählen oder aber, wie am Krankentragenmodell B-4 ausführlich beschrieben, eine konsequente einheitliche Farbgestaltung aller Bauteile mit Bedienungsfunktionen. In den durchgeführten Befragungen äußerten sich die Rettungsdienstmitarbeiter dahingehend, dass zusätzlich zur deutlichen Farbkodierung eine erhöhte Nachtsichtbarkeit aller Bedieneinrichtungen gewünscht ist.

Neben diesen Konstruktionsdetails erwartet der Mensch an vielen Hebeln, Verriegelungen, Schaltern oder Knöpfen bestimmte typische Bewegungsrichtungen. So verfügen die Modelle A-3 und B-3 beispielsweise über baugleiche Bedieneinrichtungen (Abschnitt 4.2.2.2), die ihrer Form und Kodierung nach eine andere Betätigungsrichtung suggerieren. Dies ist führt weniger zu sicherheitsrelevanten Fehlbedienungen als zu Verzögerungen während der Bedienung. So genannte sinnfällige Abstimmungen von Stellteilen und deren Bedienrichtungen sind stets zu bevorzugen.

Ein weit wichtigerer Aspekt ist die Zugänglichkeit der Bedieneinrichtungen. Behinderungen durch andere Bauteile müssen daher unbedingt ausgeschlossen werden, wenn eine sichere Bedienung durch sie verhindert wird. In Absatz 4.2.1.1 (Fahrgestelle, Modell A-1) wurde bereits auf diese Problematik verwiesen. Schlechte Zugänglichkeit zu beweglichen Bedienelementen führt oft zu Quetsch- und Scherstellen, die eine Gesundheitsgefährdung der Rettungsdienstmitarbeiter bedeuten. Es gilt weiter zu beachten, dass ausgelöste Funktionen zu Bewegungen anderer Bauteile führen. An dieser Stelle sei auf die einschlägigen Normen zu Sicherheitsabständen verwiesen (z. B. DIN EN 349 (1993) - Sicherheit von Maschinen).

Schließlich ist zu beachten, dass die genannten sicherheitsrelevanten Konstruktionsgrundsätze nicht nur von Bedeutung für den Rettungsdienstmitarbeiter als Bediener

des Arbeitsmittels Tragehilfe sind, sondern gleichzeitig auch einen sicheren Transport des Patienten gewährleisten müssen.

5.2.4 Typische Bedieneinrichtungen

In diesem Abschnitt sollen einige typische Bedieneinrichtungen vorgestellt werden, die teils bereits im Rahmen der Evaluation genannt wurden. Sie sollen anhand einiger ausgewählter Beispiele dokumentiert und den typischen Tragehilfen zugeordnet werden.

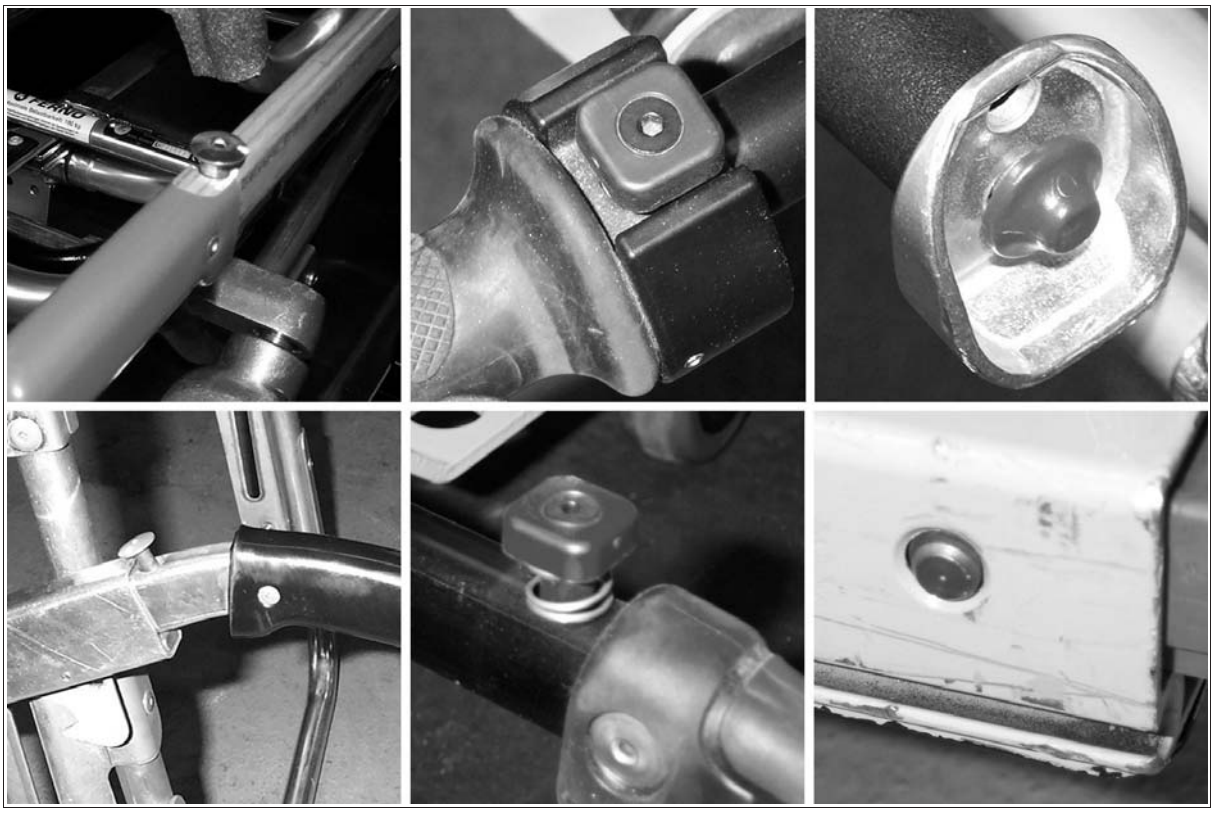


Abb. 5.6 Bedieneinrichtungen zur Grifflängenverstellungen

Zunächst sind die Einrichtungen zur Grifflängenverstellung zu nennen, die an nahezu jeder Tragehilfe zu finden sind. Diese sind teils gut gegen unbeabsichtigte Benutzung von den Griffflächen getrennt und eindeutig, meist farbig, kodiert. Andere sind schlecht zugänglich und weniger gut bedienbar (Abb. 5.6).

Insbesondere Fahrgestelle verfügen über kompakte Module (Abb. 5.7), mit denen Funktionen wie Absenken des Fahrgestells oder Arretieren der Krankentrage bedient werden können. Diese Bedienteile bestehen aus unterschiedlichen Stellhebeln oder Schaltknöpfen. Die räumlich zusammengefassten Bedieneinheiten lassen sich be-

quem betätigen. Hierbei können die Greifpositionen an der Tragehilfe beibehalten werden. Wegen ihrer Komplexität darf auf eine übersichtliche Beschriftung jedoch nicht verzichtet werden.

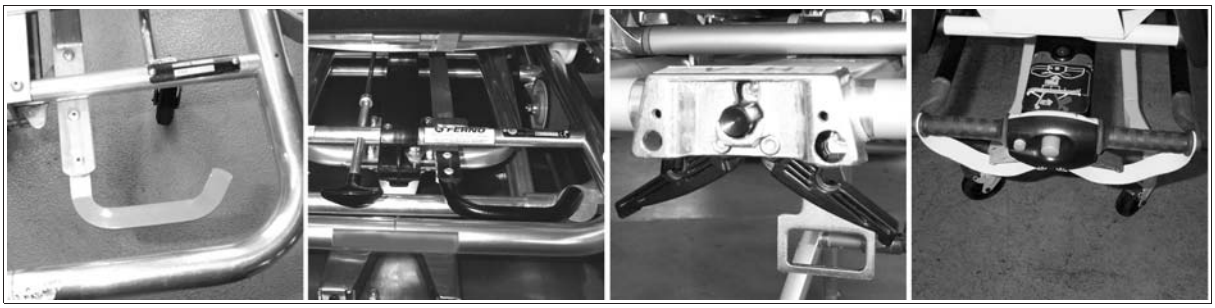


Abb. 5.7 Zentrale Bedieneinrichtungen an Fahrgestellen

Weitere, nicht unbedeutende Bauteile sind die Fahrwerksbremsen (Abb. 5.8). Sie sind an nahezu allen fahrbaren Tragehilfen zu finden und sichern diese gegen Wegrollen. Als Besonderheit ist anzumerken, dass sie allesamt für eine Fußbedienung ausgelegt sind. Oftmals sind diese Fußhebel jedoch nicht ausreichend dimensioniert, so dass sie nicht mit grobem Sicherheitsschuhwerk bedient werden können.

Abb. 5.8 Fußhebel an Feststellbremsen

Für die optimierte Patientenversorgung sind Liegeflächen und Rückenlehnen vieler Tragehilfen verstellbar. So verfügen Liegeflächen moderner Krankentragen über zahlreiche Liegepositionen, die sich mittels verschiedener Bedieneinrichtungen (Abb. 5.9) den Bedürfnissen der Patienten anpassen lassen. Wie bereits beschrieben,

können Rückenlehnen punktuell, zum Teil mit einer umlaufenden Bedienungseinrichtung, geneigt werden. Einige Ausführungen bieten zusätzlich Gasdruckdämpfer, welche die Rückenlehne beim Anheben und Absenken mit leichtem Gegendruck unterstützen.

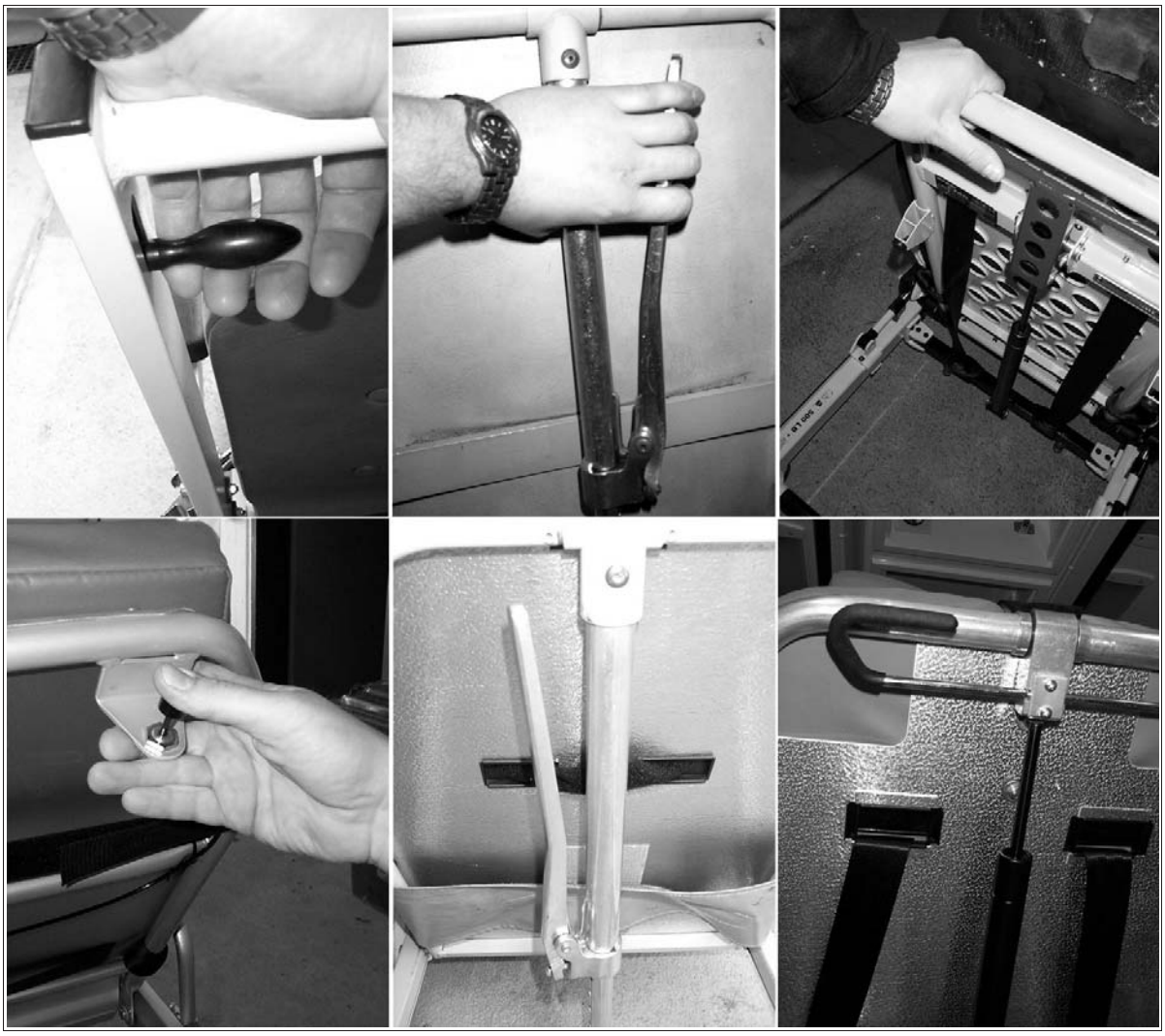


Abb. 5.9 Bedieneinrichtungen zur Verstellung der Rückenlehnenneigung

5.3 Transportanalyse

In diesem Kapitel soll auf die funktionellen, physiologischen und anatomischen Zusammenhänge im System Mensch und Tragehilfe während des Patiententransportes eingegangen werden. Wie bereits mehrfach erläutert, wird auch hier der Schwerpunkt auf die Betrachtung eines relativ kleinen Ausschnittes des komplexen Gesamtsystems gesetzt, das Hand-Arm-Griff-System. Auswirkungen auf die Wirbel-

säule werden nicht untersucht. Die anatomischen und physiologischen Aspekte, die hier nur angeschnitten werden, sollen weniger medizinisch-wissenschaftlich beurteilt werden, als vielmehr die Basis für weitere technisch-konstruktive Lösungen bilden.

Es ist festzustellen, dass es sich bei den bisher eingesetzten Verfahren zum Bewegen einer Tragehilfe ausschließlich um manuelle Lastenhandhabung handelt. Als Schnittstelle zwischen Träger und Trage sind daher die Hände für einen sicheren, lagestabilen Transport verantwortlich. Im Folgenden werden daher die Vorgänge während eines Transportes zunächst in die drei Tätigkeiten Greifen bzw. Halten, Tragen und Umsetzen unterschieden. Im Weiteren wird zusammenfassend auf die Anatomie von Hand und Vorderarm eingegangen. Es folgt die Analyse eines typischen Transportablaufs, um im Anschluss die Achslagen zwischen Trage und Hand-Arm-System beschreiben zu können. Die Lastverteilung während eines Transportes bildet den Abschluss diese Kapitels zur Transportanalyse.

5.3.1 Anatomie Hand-Arm-System

Hand

„Die Hand ist das höchstdifferenzierte Bewegungsorgan, das als vielfältiges und präzises Werkzeug dient. Die komplizierte und sehr variable Funktion der einzelnen Teile der Hand und ihr Zusammenspiel haben im Bewegungsapparat keine Parallele und bilden allein schon eine Wissenschaft für sich.“
Debrunner, 1988

Die Kraft, die sie als feingliedriges Greif- und Tastorgan benötigt, bezieht sie aus der Muskulatur, die sich im Vorderarm befindet. In der Hand selbst finden sich lediglich die Sehnen, die diese Kraft übertragen. Die Hand und Finger bewegenden Muskeln liegen teils im Unterarm, teils entspringen sie an der Hand selbst. Die Beugemuskeln gehen von der vorderen Fläche des Unterarms und vom inneren Oberarmknochen aus, die Streckmuskeln von der hinteren Fläche des Unterarms.

An der Hand des Menschen unterscheidet man: Handrücken und Hohlhand, Handwurzel, Mittelhand und Finger. Die Handwurzelknochen bilden zwei Reihen, die miteinander und mit der Speiche des Unterarms den Hauptteil des Handgelenks bilden. Beim Handgelenk unterscheidet man ein Speichen-Handwurzel-Gelenk und ein wenig bewegliches Scharniergelenk, das Handwurzelgelenk, zwischen den beiden Reihen der Handwurzelknochen. Dazu kommen zahlreiche Nebengelenke durch die Verschiebbarkeit der Handwurzelknochen. Alle Gelenke bilden zusammen funktionell

ein Kugelgelenk. Die Drehung der Hand um ihre Längsachse vermittelt der Unterarm im Ellbogengelenk und in dem unteren Ellen-Speichen-Gelenk. Die acht Handwurzelknochen bilden einen zum Handteller offenen Bogen. Von den fünf Mittelhandknochen ist nur der Mittelhandknochen des Daumens frei beweglich, so dass er den übrigen Fingern gegenübergestellt werden kann. Hierauf beruht die Fähigkeit des Greifens und Haltens.

Die Haut der Hand ist im Bereich des Handtellers und an den Gelenkfalten fest an darunterliegendes Gewebe angeheftet. Sie ist reich an Nerven, die insbesondere an den Fingerspitzen mit einer Vielzahl Tastkörperchen versehen sind. Durch die feste Verwachsung der Haut mit der Unterlage bilden sich in der Hohlhand mehrere, besonders bei der Benutzung der Finger deutlich werdende Handlinien, zwischen denen sich die Haut polsterförmig hervorwölbt.

Vorderarm

Über das Handgelenk sind Hand und Vorderarm gelenkig miteinander verbunden. Die Umwendbewegung des Vorderarms, die zwischen Elle und Speiche stattfindet, beträgt 180° und lässt die Handfläche mal nach oben, mal nach unten zeigen, so dass entweder Gegenstände auf der flachen Hand getragen oder mit den Fingern gefasst und gezogen werden können.

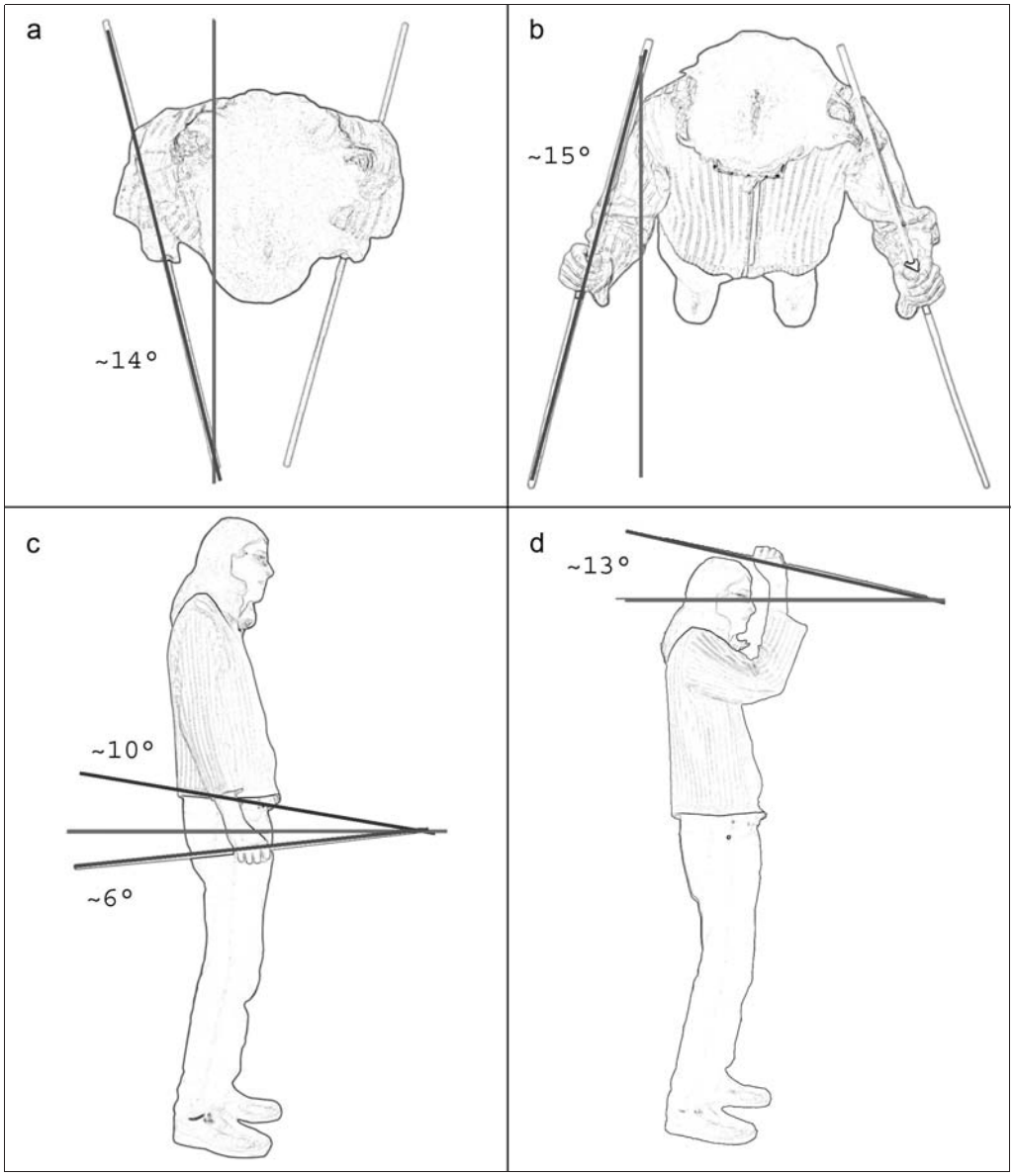
Normalstellung des Hand-Arm-Systems

Unter der Normalstellung des Hand-Arm-Systems sollen diejenigen Positionen verstanden werden, die Hände und Arme in der Regel in entspannter Ruhelage untereinander und zum Rumpf einnehmen, insbesondere die neutralen Stellungen der Handgelenke. Sie sollen die Grundlage für eine ergonomische Gestaltung der Handgriffe bilden.

So sind die Normalstellungen in den typischen Tragepositionen von besonderem Interesse, wie der unteren Position, mit gestreckten herabhängenden Armen, der mittleren Position, angewinkelt und in Kopfhöhe, ebenfalls angewinkelt. Die zugehörigen Winkel wurden, wie in Absatz 3.2.6 beschrieben, ermittelt. Aus den Grafiken konnten, wie in Tabelle 5.2 dargestellt, die entsprechenden Winkel abgelesen werden. Für die Winkel ergeben sich abweichend von der Körpernormalen (a/b) 14° bzw. 15°, nach vorne bzw. nach hinten schließend. Die Abweichung von der Horizontalen (c), in der unteren Position, ergab 6° nach vorne ansteigend bzw. 10° nach vorne abfallend. Im

Mittel ergaben die Messungen etwa 4° nach vorne abfallend. Für das Greifen in Kopfhöhe (d) wurde ein Winkel von etwa 15°, nach vorne abfallend bestimmt.

Tab. 5.1 Winkelermittlung für die Normalstellungen



5.3.2 Umfassungsgriff

Greifen und Halten

Nützlich ist die Unterscheidung verschiedener Greiffformen. Für jeden dieser Griffe sind bestimmte Bedingungen nötig, wie Beweglichkeit und Stabilität der einzelnen Gelenke, die Muskelkraft und die Sensibilität verschiedener Hautbezirke. Voraussetzung für jeden Griff ist, dass sich zwei Greifflächen berühren können. Grundsätz-

lich eignen sich lediglich Umfassungsgriffe für große Arbeitswiderstände (Tab. 5.2), wie sie beim Tragen der Tragehilfen auftreten. So sind *Kraftgriffe* (Abb. 3.8 S. 25) (Debrunner) erforderlich, mit denen Finger, Handfläche und Daumen größere Gegenstände, wie die Tragegriffe oder weniger differenziert mittels *Hakengriff* (Debrunner) umfassen können. Da die Schließkraft kontinuierlich ein Öffnen der Hand verhindern muss, ist während des Haltens ein erhebliches Maß an Muskelarbeit erforderlich. Mit zunehmender Belastung durch die Trage steigt die erforderliche Handschließkraft.

Tab. 5.2 Eignung von Greifarten für Arbeitsaufgaben (Uhlig, 2004)

Aufgaben-merkmal / Greifart	**Großer Arbeitswiderstand**	**Geringer Zeitbedarf**	**Große Genauigkeit**
Kontaktgriff	-	+	o
Zufassungsgriff	o	o	+
Umfassungsgriff	+	-	o

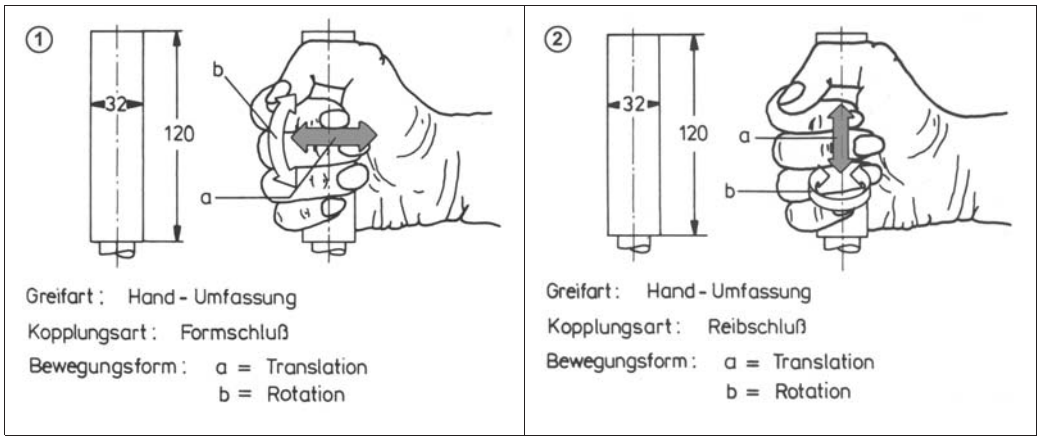
Erklärung: +: geeignet o: weniger geeignet –: nicht geeignet

Wird die Trage auf gerader Strecke oder auf geraden Treppenläufen bewegt, so befinden sich die Hände in einer Art Ruhestellung. Sie sind geschlossen und umfassen vollständig den Griff.

Kopplungsart

Neben den üblichen Querkräften beim Tragen in der Ebene können auch Normalkräfte auftreten. Dies gilt überwiegend für den Transport in Schräglage. Beide haben translatorische Belastungen zur Folge, die in Tabelle 5.3 rot gekennzeichnet sind. Es handelt sich hier um die maßgebenden Maximalkräfte, die, wie zuvor beschrieben, über einen Umfassungsgriff übertragen werden. Für die Kraftrichtung 1a geschieht dies mittels Formschluss der geschlossen Hand. Kräfte in Richtung 2a, quer zur Schließrichtung der Hand, können nur reib- bzw. kraftschlüssig übertragen werden. In Kapitel 5.4, Griffe – Festlegen der Form – wird auf konstruktive Maßnahmen zum Verzicht auf reibschlüssige Verbindungen eingegangen.

Tab. 5.3 Kopplungsarten 1. Form- und 2. Reibschluss bei translatorischer Belastung für die Greifart Hand-Umfassung (Fähnrich, Kern, Solf 1983)



Tragen

Das Tragen unterscheidet sich vom Greifen und Tragen hauptsächlich in der Form der zu übertragenden Lasten. Diese sind ebenfalls in Bewegung und erfahren daher eine ständige Verschiebung des Schwerpunktes. Es kommt zu Schwingungen, die wiederum Lastwechsel zur Folge haben. auf Grund dieser dynamischen Vorgänge nehmen die auf den Träger übertragenen Kräfte zu und es ergibt sich eine höhere Belastung als für das statische Halten.

Umgreifen

Abb. 5.10 Umgreifen am Handgriff

Neben den oben genannten Zuständen, in denen sich die Hand nahezu in Ruhelage befindet, sind diejenigen Vorgänge von Bedeutung, die Positionswechsel der Hand am Griff beinhalten. Insbesondere beim Umgreifen und der Suche nach neuen Zugreifmöglichkeiten an den Griffen, um beispielsweise die Krankentrage in eine neue Position zu bewegen, kann es zu eher untypischen Bewegungen führen, denen bisherige Griffe entgegenstehen. Greifrichtungen ändern sich, Lasten werden ungünstig über stark angewinkelte Handgelenke übertragen oder es wird gerade beim Lösen des Griffes die gesamte Last lediglich über eine Hand gehalten.

Im weiteren Verlauf wird daher weniger die statische Haltearbeit als vielmehr das Umgreifen von Interesse sein, das zum einen höhere Ansprüche an das Hand-Arm-System, zum anderen andere, wechselnde Anforderungen an die Griffe stellt.

5.3.3 Ablaufanalyse

Wie bereits geschildert, wurde zur Analyse des Transportablaufes eine Videodokumentation eingesetzt. Im Folgenden soll nun dieser Ablauf systematisch beschrieben werden.

Systembeschreibung

Für die Analyse des Transportablaufs fand die bereits in 3.2.4 (Thermographie) eingesetzte Krankentrage Verwendung. Sie verfügt über vier Griffe, die mit fein geriffelten Griffüberzügen versehen sind und Durchmesser von 28 mm aufweisen. Die Endstücke sind mit Kunststoffstoppern versehen, so dass die Griffe bei Schräglage der Krankentrage nicht aus den Händen gleiten können. Die Griffe wurden zur Vereinfachung des Transportes arretiert. Der Transport wurde mit zwei Trägern durchgeführt, von denen sich der erste am Fußende der Trage mit Blickrichtung zum Patienten befand, so dass er sich rückwärts bewegte. Der zweite Träger befand sich am Kopfende der Krankentrage mit Blick in Laufrichtung. Er bewegte sich vorwärts. Dies entspricht einem typischen Patiententransport auf einer Krankentrage. Als Patient wurde der bereits eingesetzte Dummy mit einem Gewicht von 80 kg eingesetzt. Er wurde mit Blickrichtung zum Träger am Fußende auf der Trage fixiert. Als Einsatzort wurde ein Treppenraum mit einer zweiläufigen Treppe gewählt. Den Engpass des Transportes bildete das Treppenpodest, auf dem die Transportrichtung in einem Bogen von 180° wechselte.

Ablaufanalyse beim Umgreifen

Die nun folgende Analyse stellt zunächst einen kleinen, repräsentativen Ausschnitt aller relevanten Details in tabellarischer Form dar (Tab. 5.4). Im Vordergrund stehen Bewegungsabläufe an den Handgriffen. Da die Videodokumentation in erster Linie Erkenntnisse zu vermuteten Belastungsschwerpunkten im Hand-Arm-System liefern sollte, ist exemplarisch die rechte Hand des Trägers am Kopfende während des Transportes treppabwärts gewählt worden.

Tab. 5.4 Schematische Darstellung und Beschreibung des Ablaufes beim Umgreifen

1		Tragen auf der Treppe abwärts Die rechte Hand umfasst den Handgriff vollständig. Sie befindet sich in normaler Greifposition und hat den Griff von oben umschlossen. Die Last liegt auf vier Fingern.
2		Vorbereitung zum Wechsel der Griffposition Die rechte Hand beginnt, die feste Umfassung zu lösen, um die Greifposition zu wechseln.
3		Erreichen der Engstelle Die Hand löst sich weiter vom Griff. Die Last wird nur noch mit drei Fingern geführt.
4		Lösen des Umfassungsgriffes Weitere Finger lösen sich vom Griff. Die Hand gleitet an das Griffende, um schließlich in einer schnellen Bewegung die Greifrichtung zu wechseln.
5		Neue Greifposition suchen Mit nur noch zwei Fingern wird die Trage geführt und gleichzeitig die neue Greifposition ertastet. Die Hand beginnt, den Griff von unten zu greifen.
6		Greifposition von unten Die Hand hat sich vollständig gedreht und beginnt nun, den Griff von unten zu erfassen. Die Trage wird mit drei Fingern stabilisiert.

7		Erreichen der neuen Greifposition Nach Erreichen der neuen Greifposition wird der Griff zunächst zwischen Daumen und Zeigefinger abgelegt.
8		Beginnender Umfassungsgriff von unten Die Finger beginnen sich zum Umfassungsgriff zu schließen. Die Last der Trage liegt nun auf der Handinnenfläche. Das Handgelenk ist stark abgewinkelt.
9		Hochstemmen der Trage Die Umfassung ist nahezu vollständig geschlossen. Die Trage kann nun in eine aufrechte Position gestemmt werden.
10		Halten der Trage Nach dem Aufrichten wird die Trage mit beiden Händen in dieser Position gehalten bzw. in dieser Lage geführt.

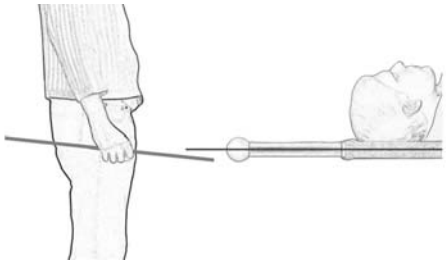
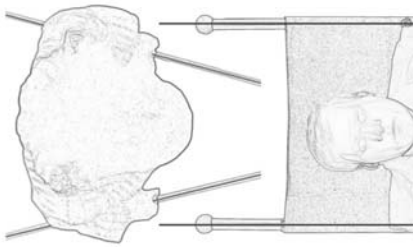
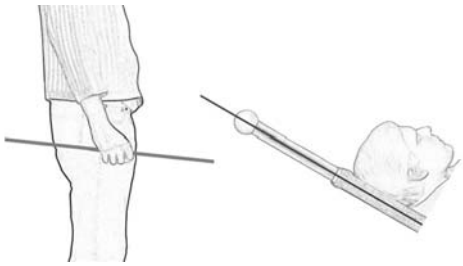
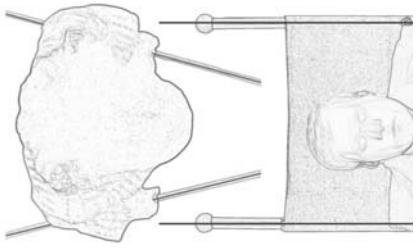
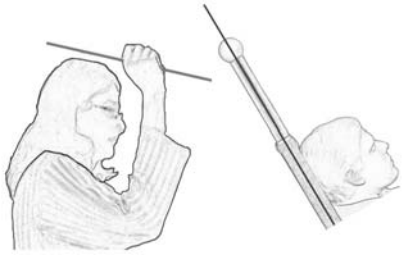
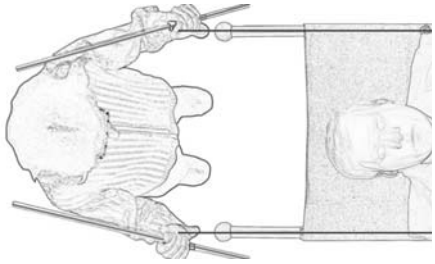
Neben dem gewählten Ausschnitt sind in einer umfassenden Ablaufanalyse weitere Beobachtungen zu ergänzen. Hier eine sicherlich unvollständige Liste weiterer Details:

- Getrennte Untersuchungen an beiden Trägern
- Differenzierung in die jeweils linken und der rechten Hände
- Richtung aus der der Griff erfasst wird (oben, unten, aussen, innen)
- Position am Griff (Griffende, Mitte, Griffanfang)
- Achslagen von Trage zu Händen
- Neigung und Lage Tragehilfe
- Armstellung (gestreckt, gebeugt, oben, unten)

5.3.4 Achslagen Hand-Arm-Trage

Die aus den vorangegangen Kapiteln gewonnen Erkenntnisse zu Normalstellungen des Hand-Arm-Systems und den Phasen eines Transportes werden hier zeichnerisch gegenübergestellt (Tab. 5.5). Aus dieser Gegenüberstellung von Seitenansicht und Grundriss der Längsachsen der Trage sowie der entsprechenden Körperhaltung und der Achsen des Hand-Arm-Systems werden im weiteren Verlauf (Kapitel 5.4) Modelle zur Griffgestaltung entwickelt. Die bisherige Achslage an Krankentragen soll auf diese Weise, sofern die komplexen Bewegungsabläufe dies zulassen, dem Achssystem von Hand und Arm angeglichen werden. Es wird in allen typischen Phasen deutlich, dass die Achsen der Trage nicht parallel zum Hand-Arm-System verlaufen und stark von den Normalstellungen abweichen.

Tab. 5.5 Gegenüberstellung der Achslagen verschiedener Tragepositionen

	Seitenansicht	Grundriss
Trage in der Ebene		
Trage in der Schräge		
Trage beim Umsetzen		

5.3.5 Lastverhalten

In diesem Abschnitt soll auf das Lastverhalten während eines typischen Transportes eingegangen werden. In der Realität werden die auftretenden Kräfte stark variieren und sind vorwiegend von Patienten- und Tragengewicht abhängig. Ebenso entscheidet die Lage des Patienten auf der Tragehilfe und relativ zu den Trägern über die Belastung des einzelnen Trägers. Weitere Parameter, die das Lastverhalten beeinflussen, sind zum einen die sich kontinuierlich ändernde Schwerpunktlage des Patienten, sowohl in Längs, als auch in Querrichtung. Zum anderen übertragen sich die Bewegungen der Träger, z. B. Laufen oder Geraderücken der Hände an den Griffen, in Form von Schwingungen auf die Tragehilfe und darüber auf den Patienten. Dies führt zu Lastwechseln und den damit verbundenen Belastungsänderungen.

Laborversuche zeigten beispielsweise an einem klappbaren Tragesessel (Abb. 5.11) stark wechselnde Lastverhältnisse. Die aufrechte Sitzhaltung des Patienten und der relativ geringe Abstand der Griffe führten bereits bei leichter Neigungsänderung zu einer deutlichen Verschiebung des Schwerpunktes. So zeigten die gemessenen Kräfte an den vorderen und hinteren Griffen bei einem typischen Transport treppabwärts eine starke Lastverschiebung in Richtung Fußende. Dies ist insbesondere bei sehr kurzen klappbaren Tragesesseln zu beobachten.

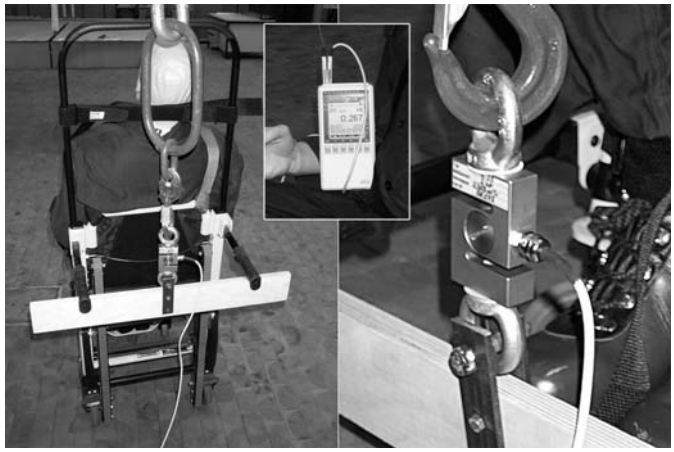


Abb. 5.11 Kraftmessungen an Modell D-4

Beispielhaft sind im Folgenden drei Lastfälle (Abb. 5.12) dargestellt, die sich, wie bereits beschrieben, als typisch für einen Transport mit einer Krankentrage erwiesen haben. Fall a. beschreibt die Kräfte, die beim Transport in der Ebene wirken, Fall b. gibt den Transport auf einer Treppe wieder. Fall c. stellt die Kräfte beim Umsetzen einer Krankentrage z. B. auf einem beengten Treppenpodest dar.

Bereits für **Lastfall a.** besteht keine gleichmäßige Verteilung des Gesamtgewichtes. auf Grund des menschlichen Körperbaues ist festzustellen, dass sich der Schwerpunkt im Bereich des Rumpfes befindet. Da dieser dem Träger am Kopfende näher ist, besteht eine grundsätzlich höhere Belastung dieses Trägers. Besondere Beachtung bedarf der **Lastfall b.**, der neben den Normalkräften zusätzliche Hangabtriebskräfte hervorruft, die folglich zu andersartigen und höheren Beanspruchungen der

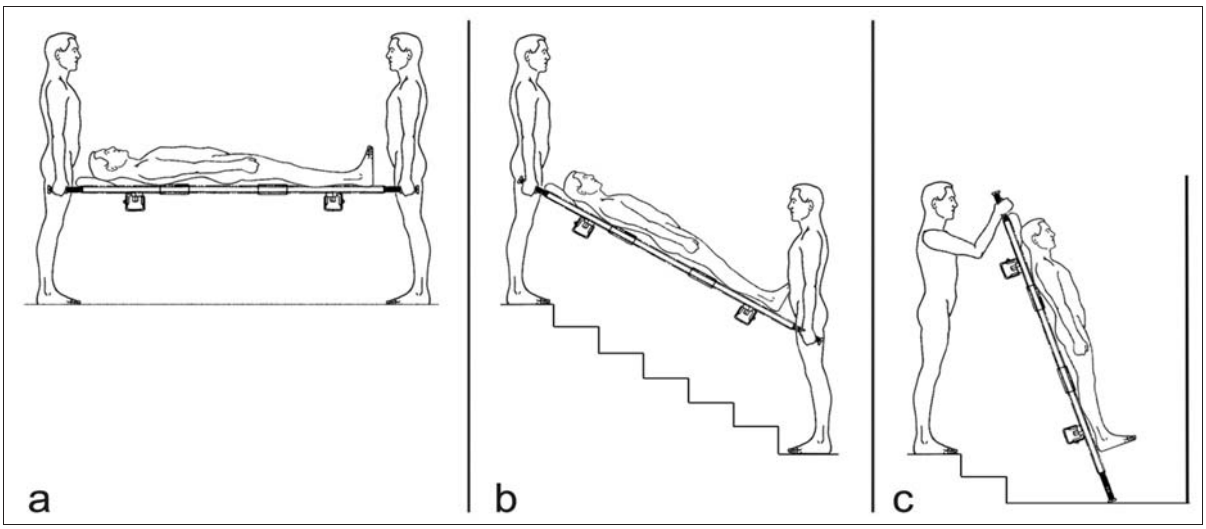


Abb. 5.12 Lastfälle beim Transport einer Krankentrage

Träger führen. Die Last muss nun nicht nur in Position gehalten werden, zudem müssen beide Träger gegen den Hangabtrieb arbeiten.

In der Übergangsphase zu **Lastfall c.** muss der Träger am Kopfende die gesamte Last vor dem Umsetzen hochstemmen, um schließlich die Engstelle passieren zu können. Dabei kann er jedoch gleichzeitig die Treppe weiter hinunter schreiten und unter die Trage treten. Im günstigsten Fall besteht die Möglichkeit, die Trage vor dem Hochstemmen abzusetzen, um die Greifposition zu wechseln. Während dieser Vorgänge kann der Träger am Fußende seine Last bereits absetzen. Er muss jedoch das gesamte Transportgewicht mit Hilfe der Griffe über den Boden bewegen. Dies geschieht in der Regel in gebückter oder knieender Haltung. Gleichzeitig sinkt die Belastung am Kopfende, da hier lediglich die Trage gegen Umstürzen zu sichern ist. Ist die Engstelle passiert, muss die Trage in Normallage gebracht werden. Während der Träger am Fußende die Trage anhebt, übernimmt der Träger am Kopfende teils deutlich höhere Lasten auf. Dies dauert solange an, bis sich die Trage wieder in Normallage befindet. Erst jetzt verteilt sich die Last wieder entsprechend Fall a.

Die folgende Tabelle 5.6 stellt die hier beschriebenen Zusammenhänge nochmals an einer realen Einsatzsituation dar.

Tab. 5.6 Typische Belastungsarten infolge wechselnder Lasten beim Transport treppabwärts

Als Eigengewicht für eine Krankentrage können die nach DIN EN 1865 maximal zulässigen 23 kg angenommen werden. Für das Patientengewicht werden 80 kg zu Grunde gelegt. Die Gesamtlast beläuft sich somit auf mehr als 100 kg, so dass im optimalen Fall, nämlich günstiger Schwerpunktlage, sich eine Belastung von mehr als 50 kg pro Träger ergeben. Für eine *Dauermanipulation,* wie sie das Handbuch der Ergonomie (HdE) für das Lastentragen über größere Distanzen benennt, werden in aufrechter Haltung Grenzwerte für Männer mit 210 N und für Frauen mit 60 N angegeben. Werden nun die auftretenden Belastungen mit den dem HdE sowie der DIN EN 1005 entnommenen zulässigen Gewichten verglichen, so sind deutliche Überschreitungen bis zum Achtfachen für Frauen und mehr als dem Doppelten für Männer, jeweils 50.-Perzentil feststellbar. Dies gilt bereits für den Transport in der Ebene.

5.4 Griffe

Mit Blick auf einen typischen Patiententransport lässt sich feststellen, dass zu den Tragegriffen die längste Kontaktzeit besteht, so wie diese gleichzeitig an der Übertragung der größten Kräfte beteiligt sind. Die Griffe nehmen folglich in der Reihe der Schnittstellen eine besondere Stellung ein. Die innerhalb der Evaluierung der Tragehilfen vorgefundenen Griffe sind jedoch vielfach aus rein ökonomisch-technischen Fragestellungen heraus gestaltet worden. So finden sich meist Standardprofile als tragender Unterbau, die weniger aus ergonomischer Sicht ausgewählt wurden. Sie sind mit ebenso simplen Griffüberzügen versehen, die in der Regel ebenfalls in ihrer Detailgestaltung (Abb. 5.13) nicht näher definiert wurden.

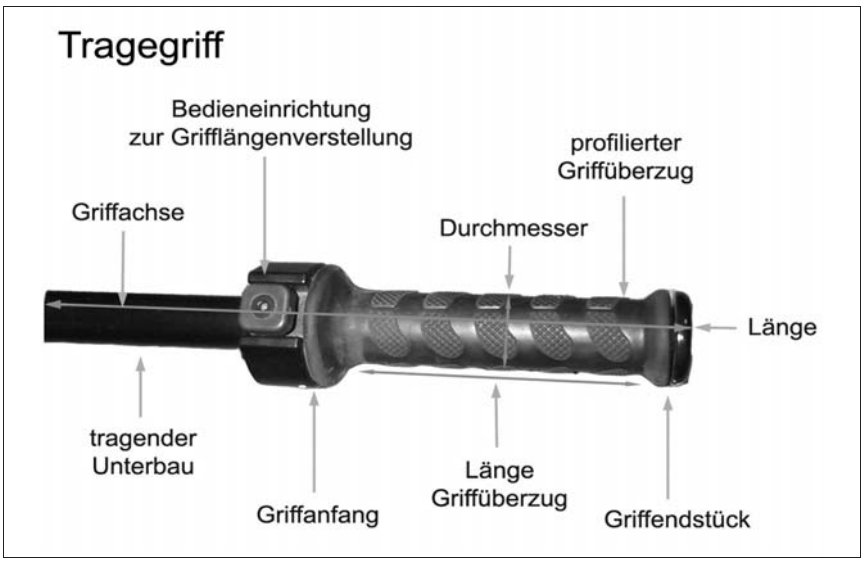


Abb. 5.13 Konstruktionsmerkmale eines Tragegriffes

Die Konstruktion und Gestaltung des Griffes hat laut Fähnrich entscheidenden Einfluss auf das spätere Handling und die Beanspruchung des Trägers. Der folgende beschäftigt sich daher zunächst mit Grundsätzen der Formgestaltung. Nach den Erläuterungen gestalterischer Grundsätze wird die Konstruktion in vier Schritten entwickelt:

1. Festlegen der Form
2. Bestimmen der Abmessungen
3. Auswahl des Werkstoffs
4. Gestalten der Oberfläche

5.4.1 Grundsätze

Die Grundsätze einer jeden Bauteilgestaltung lassen sich mit folgenden drei Fragestellungen erfassen:

Welche **Sicherheitsaspekte** sind zu beachten?

Welche **Gesundheitsgefährdungen** bestehen?

Welche **Komfortmerkmale** sollen berücksichtigt werden?

So können auch für ein scheinbar unbedeutendes Bauteil, wie einen Tragegriff, diese Fragestellungen systematisch abgearbeitet werden.

Sicherheit soll in diesem Zusammenhang als der Zustand bezeichnet werden, in dem die Last zuverlässig ohne plötzliche Lageänderung oder vollständiges Abrutschen befördert wird. Die Sicherheitsaspekte sollen zunächst einen Griff ermöglichen, der sicheres Halten, Tragen und Umsetzen der Last ermöglicht; in diesem Fall der Tragehilfe und des Patienten. Dabei entscheiden die noch näher festzulegenden typischen Parameter eines Tragegriffes über dessen Sicherheit. Hauptziel ist somit die Reduzierung der Abrutschgefahr und Regulierung des Gleitverhaltens zwischen Griff und Hand. Hier sind neben der Form auch Materialeigenschaften von Bedeutung, die das Reibungsverhalten und die Schweißregulation beeinflussen.

Unter den zu beachtenden Gesundheitsaspekten sollen an dieser Stelle nur diejenigen genannt werden, die im unmittelbaren Zusammenhang mit den Griffen zu sehen sind und sich auf diese zurückführen lassen. Daher werden andere Belastungen des Muskel-Skelett-Systems, wie beispielsweise der Lendenwirbelsäule, hier vernachlässigt. Unter denjenigen Aspekten, die die Gesundheit direkt beeinflussen können, sind daher beispielsweise ein Überstrecken oder Verdrehen der Handgelenke zu nennen, das durch ungünstige Handhaltungen und hohen Lasten verursacht wird. Insbesondere beengte räumliche Verhältnisse an vielen Einsatzorten führen häufig zum Anstoßen der Hände an Wänden und damit zu Verletzungen der Handrücken.

Die Komfortmerkmale umfassen jene Aspekte, die weder für die Sicherheit noch für den Ausschluss von Gesundheitsgefährdungen zwingend erforderlich sind. Dies sind beispielsweise die Anordnung der Bedieneinrichtungen zur Grifflängenverstellung, deren bequeme Erreichbarkeit und einfache Handhabbarkeit. Ebenso sind hier die Verringerung von Druckstellenbildung und die Verringerung der Schweißabsonderung zu nennen. Beide Aspekte können, allerdings in anderer Gewichtung, ebenfalls Einfluss auf Sicherheit und Gesundheit nehmen. Die Art und Weise, wie eine Trage umgesetzt wird, lässt sich unter Komfortaspekten beurteilen.

Als oberste Gestaltungsziele eines Tragegriffes lassen sich folgende Punkte zusammenfassen:

-> Sicheres Greifen, Tragen, Halten und Umsetzen

-> Vermeidung unüblicher Handstellungen und -bewegungen

Im Folgenden werden daher die einzelnen Merkmale eines einfachen Griffes auf diese Fragestellung hin untersucht sowie Zielgrößen und Gestaltungshinweise gegeben. Diese orientieren sich in erster Linie an der Anatomie des Hand-Arm-Systems,

um so die Griffe nach Form, Abmessungen, Oberfläche und Material für den erforderlichen Umfassungsgriff zu optimieren.

5.4.2 Festlegen der Form

Der erste Schritt zur Festlegung der äußeren Gestalt eines Griffes ist die Formgebung. Die Form bestimmt wesentlich die Kontaktfläche zwischen Hand und Griff. Die Größe der Kontaktfläche entscheidet über die Höhe der übertragbaren Kräfte. Die Kraftrichtung - hier in Fingerrichtung - verlangt eine formschlüssige Verbindung. Wie bereits aus Tabelle 5.2 (S. 80) hervorgeht, erfordern die sehr hohen Lasten an den Tragehilfen daher einen Umfassungsgriff. Da die Handinnenfläche sowohl in Längs- als auch in Querrichtung eine Art Gewölbe bildet, sind die Griffe spindelförmig zu wählen, denn erst diese Form ermöglicht eine maximale Kontaktfläche (Abb. 5.14). Die oftmals gewählten Rechteckprofile oder Rundrohre bieten eine wesentlich geringere Kontaktfläche. Sie werden in der Regel verbaut, um die Griffe problemlos in die meist rechteckigen Profile der Trageholme einzuschieben.

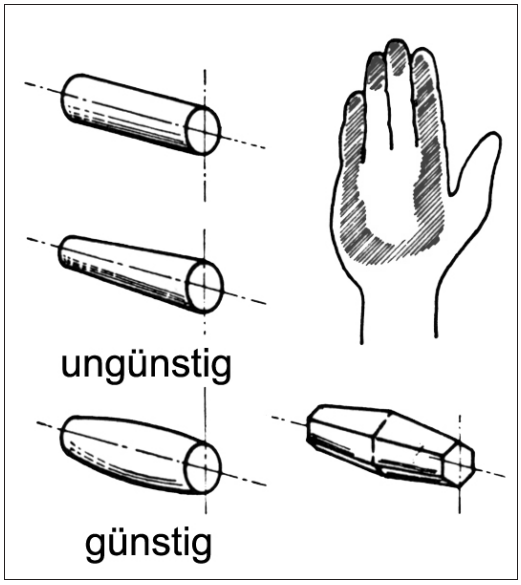


Abb. 5.14 Griffformen und Kontaktfläche (Bandera, 1986)

Wie in Abschnitt 5.3.5 (Lastverhalten) festgestellt wurde, treten bei Krankentragen in Schräglage Hangabtriebskräfte auf, die nicht nur über Reibkräfte aufgenommen werden können. Durch entsprechende Konstruktion des Griffanfangs und -endes lassen sich diese Kräfte auch hier mittels Formschluss übertragen. Abbildung 5.15 zeigt zwei mögliche Konstruktionsbeipiele, von denen jedoch die Abgleitsicherung der anthropomorphen Lösung vorzuziehen ist. Sie kann individuell optimal nur einer menschlichen Hand angepasst werden. Die Spindelform ist dagegen universell einsetzbar und lässt sich problemlos mit einer Abgleitsicherung versehen.

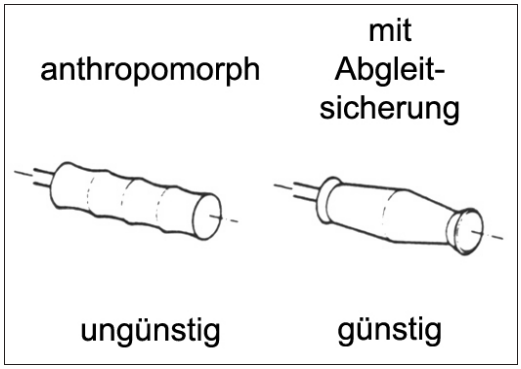


Abb. 5.15 Abgleitsicherung (Bandera, 1986)

Die Querschnittgestalt soll mit ihrer balligen Handauflage die Kraftübertragung optimieren. Der Formschluss ist oberstes Ziel, jedoch wird er nicht durch vollständiges Abformen aller Handstrukturen erreicht. Die Querschnittgestalt soll allen Trägern möglichst gleich gutes Greifen ermöglichen.

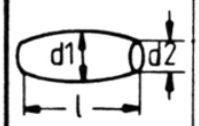
5.4.3 Bestimmen der Abmessungen

Neben den Abmessungen des Griffes, hier sind die Länge der eigentlichen Greiffläche sowie deren Durchmesser zu nennen, sollen in diesem mögliche Maße zur Anordnung der einzelnen Griffe zueinander beschrieben werden. Von entscheidender Bedeutung ist die Wahl der entsprechenden Maße. Hierzu bietet unter anderem das Handbuch der Ergonomie (Schmidtke 2004) eine Vielzahl an anthropometrischen Daten, aus denen die maßgeblichen Werte entnommen werden müssen. Dabei kommt es weniger auf die Maßzahl selbst, als vielmehr auf das Perzentil an, das hier zur Bemessung gewählt wird. Auch im Bereich der Rettungsdienste ist hinsichtlich der Mitarbeiter die Bandbreite der Körpergrößen weit gefächert. Da jedoch der Konstrukteur seine Konstruktion nicht bis ins kleinste Detail jedem möglichen Nutzer anpassen kann, sind die Perzentile mit Sorgfalt auszuwählen. So scheint es beispielsweise nicht praktikabel, Tragehilfengriffe in verschiedenen Größen anzubieten. Allerdings können für Achs- oder auch Griffabstände Größenverstellungen eingesetzt werden, welche die Variationsbreite und verschiedene Kombinationen abdecken sollten.

Durchmesser

Ausgehend von der Festlegung der Form (5.4.2) ergeben sich nach Bandera die in Tabelle 5.7 aufgeführten Werte. Die angegebenen Werte gelten für unbekleidete Hände. Die im Rettungsdienst üblichen Untersuchungshandschuhe können bei der Bemessung auf Grund ihrer geringen Materialstärke vernachlässigt werden. Soll der Durchmesser an moderne schwere Feuerwehreinsatzhandschuhe angepasst werden, so muss er möglicherweise kleiner gewählt werden. Für den Griffdurchmesser wird das 50. Perzentil einer erwachsenen Frau (F50) als maßgebend angenommen. Er sollte daher 38 mm an der breitesten Stelle nicht überschreiten.

Tab. 5.7 Abmessungen für spindelförmige Griffe (Bandera, 1986)

	Länge l in mm	Durchmesser d1 in mm	Durchmesser d2 in mm
minimal	90	28	18
mittel	100	32	22
maximal	120	38	28

Länge des Griffes

Zur Bestimmung der Grifflänge wird die Handbreite b mit Daumen (Abb. 5.16) als Orientierungswert angenommen. Wie in Abschnitt 5.4.2 beschrieben, befinden sich an Griffanfang und -ende Abgleitsicherungen, welche die Grifflänge deutlich eingrenzen. Ausschlaggebend muss hier folglich die breiteste Hand sein (99. Perzentil Mann (M99)). Sie muss zwischen den Begrenzungen Platz finden. Für eine schwer bekleidete Hand ergibt sich daher ein Wert von 122 mm für die Mindestgrifflänge.

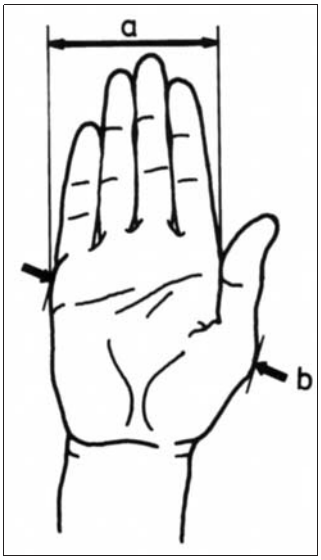


Abb. 5.16 Handbreite

Griffabstände

Bei den Griffabständen wird in diesem Zusammenhang unterschieden zwischen dem Abstand der Griffe zur Krankentrage und dem Abstand der Griffe zueinander, d. h. dem Abstand der Griffachsen. Um die Belastung der Träger, insbesondere der Lendenwirbelsäule, möglichst gering zu halten, sind Lasten grundsätzlich dicht am Körper und in der Nähe der Wirbelsäule zu bewegen. Abbildung 5.17 zeigt die unerwünschten Körperhaltungen beim Anheben von Lasten. Hierzu müssen die Griffe ebenfalls dicht am Körper geführt werden können.

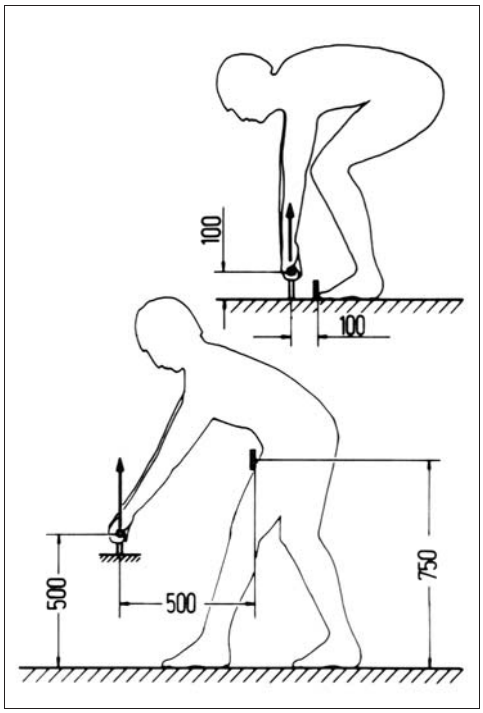


Abb. 5.17 Haltungen beim Anheben (Schmidtke, 2004)

Der Abstand zwischen Tragehilfe und Griffmitte sollte so gewählt werden, dass sich die Griffe bereits beim Anheben aus der Hocke in der Schwereachse des Trägers befinden können. Dies erfordert eine ausreichende Verstellbarkeit in Längsrichtung (Abb. 5.18). Gleichzeitig ist der Abstand zwischen den Griffachsen (Abb. 5.19) groß genug zu wählen. Da ein Vornüberbeugen oder weites Strecken der Arme nach vorne vermieden werden muss, sollte der Träger zwecks optimaler Krafteinleitung die Griffe stets neben dem Körper halten können. Es muss folglich in allen einzunehmenden Positionen stets genügend Freiraum zwischen den Griffen geboten werden. So ergibt sich einerseits ein Achsabstand von Griff zu Griff von etwa 550 mm und ein Abstand der jeweiligen Griffmitte zum Tragengestell von ungefähr 660 mm. So ist ein ausreichend großer Bewegungsraum zwischen Griffen und Trage gewährleistet.

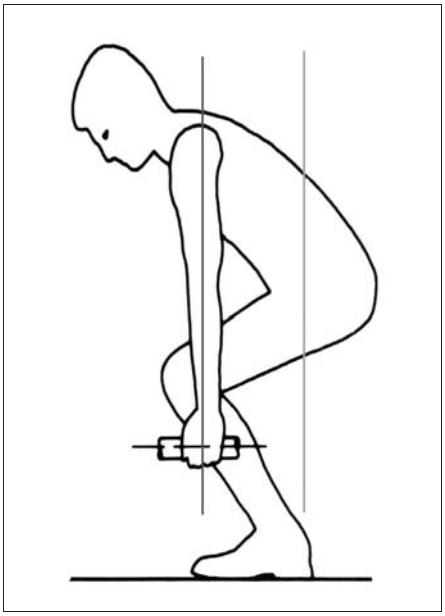


Abb. 5.18 Körpernahes Anheben – Seitenansicht (nach Schmidtke)

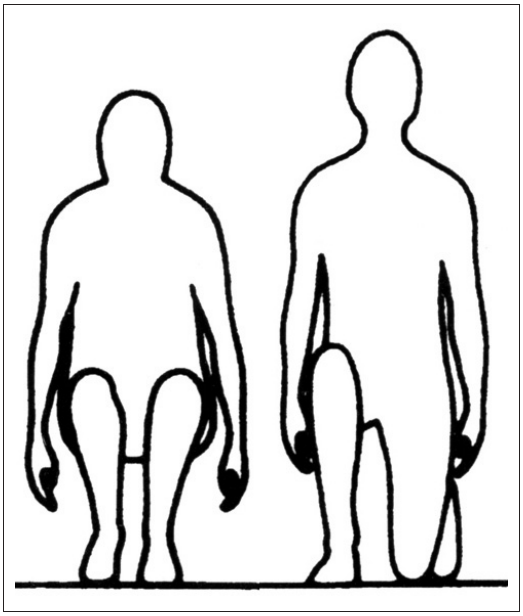


Abb. 5.19 Körpernahes Anheben – Vorderansicht (nach Schmidtke)

5.4.4 Auswahl des Werkstoffes

Für die Auswahl des Werkstoffes ist zwischen tragendem Unterbau und Griffüberzug zu unterscheiden. Für den tragenden Unterbau sind vorwiegend mechanische Eigenschaften von besonderer Bedeutung. So gilt es, einen Werkstoff auszuwählen, der hohe Stabilität und ein geringes Eigengewicht vereint. Weil die Hand des Träger jedoch im direkten Kontakt mit den Griffüberzügen steht, ist in diesem Zusammenhang die Materialwahl dieses Bauteils von größerer Bedeutung. Drei wichtige Punkte beeinflussen die Wahl des Werkstoffes für den Griffüberzug. So ist zunächst die Härte des Griffes zu nennen. Es folgen Reibverhalten zwischen Hand und Griff und schließlich die Wärmeleitfähigkeit.

Wie bereits die Härtemessungen zeigten, können insbesondere bei dünnen Griffüberzügen diese nur in Verbindung mit dem tragenden Unterbau beurteilt werden. So führt das Einsinken der Hände in weichem Material – druckanthropomorph – zu einer Vergrößerung der Kontaktflächen und Verbesserung des Formschlusses, so dass höhere Kräfte übertragen werden können. Sehr weiche Materialien führen jedoch zu einem übermäßigen Einsinken, das dem Träger den Eindruck vermittelt, nicht ausreichend fest zugreifen zu können. Die Verschieblichkeit des Materials in sich beeinflusst ebenfalls negativ den haptischen Eindruck.

Obwohl meist druckanthropomorphe Werkstoffe – Elastomere – Verwendung finden, so ist deren hoher Reibungsbeiwert bei kraftschlüssigem Einsatz der Griffe nahezu ohne Bedeutung. Es kommt vielmehr zu Hautschädigungen, sofern die hohen Kräfte lediglich mittels Reibung übertagen werden. Bei ausreichender formschlüssiger Gestaltung der Griffe können Werkstoffe mit geringerem Reibungsbeiwert bevorzugt werden.

Die im Allgemeinen eingesetzten Elastomere zeichnen sich durch ihre geringe Wärmeleitfähigkeit aus. Ein Wärmestau führt jedoch zu einer erhöhten Schweißabsonderung an den Handinnenflächen, so dass die entstehende Nässe unbedingt abgeführt werden muss. Hier kann eine entsprechende Gestaltung der Profilierung Abhilfe schaffen.

5.4.5 Gestalten der Oberfläche

Die Gestalt der Oberfläche soll die Abrutschgefahr minimieren und als weiteres Konstruktionsziel Druckstellenbildung an den Handinnenseiten verhindern. Desweiteren trägt die Profilierung mit ihrer geringen Kopplungsfläche, bei niedrigen Kräften zur Verringerung des Reibbeiwertes bei. Da, wie erwähnt, wegen der hohen auftretenden

Tab. 5.8 Verschiedene Griffoberflächen

Kräfte weniger reibschlüssige sondern kraftschlüssige Verbindungen angestrebt werden, ist dies von geringerer Bedeutung. Vielmehr kann sich die Profilierung günstig auf die Ableitung von Handwärme auswirken. Auftretende Nässe lässt sich zudem mittels Profilierungen besser drainieren. Im Rahmen der Evaluation konnten bereits verschiedene Griffüberzüge (Tab. 5.8) untersucht werden. Es fanden sich glatte Oberflächen, sehr feine, mit zum Teil scharfkantige Längsstrukturen, grob profilierte Längsrillen oder gleichmäßig verteilte Erhebungen und Vertiefungen.

Profilierungen sind im Allgemeinen wünschenswert. Sie sollten jedoch weder scharfkantig sein noch aus grobprofilierten Flächen bestehen, da dies ansonsten zu unerwünschten Belastungen der Haut führt. Werden hohe Kräfte mittels scharfkantiger, feiner Strukturen übertragen, so nimmt bereits nach kurzer Haltezeit das Wohlbefinden des Trägers ab und an den Händen sind deutlich Abdrücke zu erkennen, wie in Abbildung 5.20 dargestellt ist (Markierung). Abgerundete Strukturen sind daher vorzuziehen.

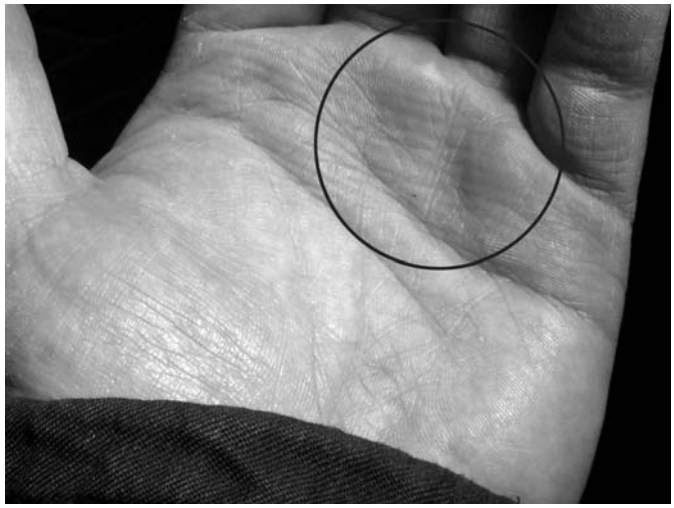


Abb. 5.20 Abdrücke eines scharfkantig profilierten Griffüberzuges

5.4.6 Griffanordnung festlegen

Neben den Standardpositionen der Griffe sollte auch deren flexible Positionierung und Anordnung weiterer Griffmöglichkeiten in Betracht gezogen werden. So erfordern zum einen die verschiedenen Tragehilfen und ihr sicherer Transport unterschiedliche Griffpositionen zum anderen sind oftmals während eines Transportes, beispielsweise beim Überwinden von Engstellen oder zum Be- und Entladen des Rettungsfahrzeuges, die Standardgriffe an Kopf- und Fußende nicht ausreichend. Weiterhin ist zu bedenken, dass neben der manuellen Handhabung der Transport der Tragehilfe im Fahrzeug versenkbare oder klappbare Griffe erfordert.

Es ist wünschenswert, Griffe vorzusehen, die seitlich an den Tragehilfen und Fahrgestellen montiert sind. Sie ermöglichen insbesondere belastungsarmes Verladen in das Einsatzfahrzeug durch seitliches Stehen der Träger. Diese Griffe können auch die Haupttraggriffe ergänzen, ermöglichen sie doch zusätzlich den Transport mit mehr als 4 Trägern. An Krankentragen unterstützen seitliche Griffe das Anheben und Umsetzen beispielsweise auf das zugehörige Fahrgestell. Die Fahrgestelle selbst lassen sich an Hindernissen komfortabel anheben oder auch quer zur Haupttragerichtung bewegen. An Tragesesseln können zusätzliche Griffmöglichkeiten beim Verladen ein unerwünschtes Verdrehen des Oberkörpers verhindern (Abb. 4.49). Gleichzeitig wird die Last näher am Körper geführt.

Es ist festzustellen, dass bisherige Griffanordnungen selten den Achslagen in den Bewegungsphasen angepasst sind. So erfordert das Tragen in der Ebene andere Griffpositionen als das bereits bekannte Umsetzen an Engstellen. Eine flexible Anpassung an die unterschiedlichen Tragesituationen sollte daher angestrebt werden. Dies umfasst sowohl die Grifflängen – den Abstand zur Tragehilfe – als auch die Lage der Griffachse zur Trage. Höhenverstellbarkeit, insbesondere ein Mangel an Tragesesseln, kann zur Entlastung der Rettungsdienstmitarbeiter beitragen (Abb. 4.55 und Abb. 4.56).

Die meisten Tragehilfen sind zusätzlich mit Rädern ausgestattet und ermöglichen ein bequemes Fahren. Unter Beachtung der Handnormalstellung sind die bisher gewählten Greifpositionen zum Schieben weniger geeignet. Ein bogenförmiger Griffverlauf, ein Bügel der vor dem Körper verläuft, ist zu bevorzugen. An dieser Stelle können größere Griffdurchmesser zum Einsatz kommen. Parallel vor dem Körper verlaufende Griffe und solche, die in Tragenlängsachse ausgerichtet sind, sind eher ungeeignet.

Die zuvor beschriebenen vielseitigen Verstellmöglichkeiten erfordern ebenso flexible Bedieneinrichtungen, die dem Funktionsumfang der Griffe angepasst werden sollten. So ist beispielsweise eine Bedienbarkeit wünschenswert, die kein Lösen der Hand vom Griff erforderlich macht. Leichte Erreichbarkeit und Bedienbarkeit gilt als selbstverständlich. Gleichzeitig ist eine Sicherung gegen Fehlbedienung und unbeabsichtigtes Auslösen vorzusehen. So dürfen die auftretenden Hangabtriebskräfte vorhandene Arretierungen für Grifflängenverstellungen nicht überwinden. Die Verstellbarkeit im Last- und Tragezustand scheint ebenfalls sinnvoll, um dem Träger Gelegenheit zu geben, sich fortwährend den geänderten Tragesituationen anpassen zu können. Die flexible Einstellung der einzelnen Achslagen an den unterschiedlichen Griffen sollte stufenlos durchführbar sein, um jedem Rettungsdienstmitarbeiter eine individuelle Anpassung der Griffsysteme an seine Bewegungsabläufe und -räume zu ermöglichen.

5.5 Konstruktionsvorschläge

Grundgedanke für die Gestaltung eines jeden Griffes muss eine prinzipielle Anlehnung an die Systeme sein, in denen er eingebunden und verwendet wird. So wird dies bereits seit langem an Handwerkzeugen und handgeführten Maschinen praktiziert. Hier finden sich beispielsweise Scherengriffe, die sich dem Bewegungsablauf der Hand beim Schließen anpassen, indem sie ihrer Rollbewegung folgen oder aber Schraubendreherhefte, die mit rutschfesten Einlagen versehen sind, um

ein Moment vom Arm über die Hand und schließlich mit Hilfe des Werkzeugs auf eine Schraube zu übertragen. Andererseits werden Maschinengriffe schwingungsgedämpft gelagert, um die Weiterleitung von Vibrationen von Seiten des Arbeitsmittels zu verringern oder sogar vollständig auszuschließen. So sollten sich – als logische Folge aus diesen bereits bestehenden Konstruktionsprinzipien – vergleichbare Grundsätze für die Gestaltung eines Tragegriffes, wie typischerweise an Krankentragen vorzufinden, entwickeln lassen. Art der Kraftübertragung und Richtung der aufzunehmenden Kräfte soll hierbei bestimmend sein.

Wie sich in Vorversuchen gezeigt hat, ist die Hauptschwachstelle bisheriger Griffsysteme in der Phase der Neuorientierung der Hand am Griff zu finden. Der Träger ist gezwungen, sich vom Griff zu lösen, die Stellung der Hand zu ändern, um schließlich neu zuzufassen. auf Grund der hohen auftretenden Lasten ist dieses Umgreifen nicht immer ohne Gefährdung der eigenen Person und des gesamten Transportes möglich. So müssen beim Transport die Bewegung des Systems Trage aufgenommen werden, z. B. Treppenneigung, bei möglichst konstanter Lastverteilung auf beide Hände. Unter Berücksichtigung aller dieser Punkte wird daher insbesondere für Krankentragen empfohlen, Griffe zu installieren, die es den Händen gestatten, im Verlauf des Transportes an den Griffen zu verbleiben, obwohl sie neue Greifpositionen suchen.

In den folgenden Übersichtstabellen werden einige Konstruktionsvorschläge vorgestellt, die den oben geforderten Prinzipien folgen. Unterschieden werden starre Griffe (Tab. 5.9), die ohne jegliche Mechanik auskommen, um Gewicht und Wartung zu minimieren. Weitere Ideen sollen anhand der Gruppe der beweglichen Griffe (Tab. 5.10 S. 101) veranschaulicht werden. Sie sind mit mehr oder minder aufwändigen mechanischen Komponenten geplant, um dem Konstruktionsziel näher zu kommen.

Starre Griffe

Die Entwürfe der starren Griffe (Tab. 5.9) sollen das Gleiten der Hand auf dem Griff ermöglichen. So sind diese Griffe als Bügel ausgeformt. Sie unterscheiden sich in erster Linie in der Lage der Hauptachse, in der sich die Hände bewegen können. Diese liegt entweder wie bei U-Griff 1 und 2 und bei O-Griff 1, parallel zu den Körperseiten oder aber vor dem Körper, wie bei Bügelgriff 1 und 2. Mit O-Griff 2 besteht die Möglichkeit, die Achse durch den Körper laufen zu lassen. Desweiteren kann die Bewegungsform zwischen Griff und Hand unterschieden werden. So bilden O-Griff 2 und beide Bügelachsen in der Hand einen gelenkigen Anschluss. Auf allen anderen Griffe dagegen fährt die Hand eine regelrechte Bahn ab. Die Idee für den Kugelend-

griff besteht darin, für Schräglagen der Krankentrage die Kugel als Griff zu nutzen, um somit einen gelenkigen Anschluss zu bilden. Die Größe der Kugel ist hier maßgebend für einen sicheren Halt und daher so zu bemessen, dass jeder Träger sie fest umschließen kann und sie gleichzeitig in der Hand gleiten kann.

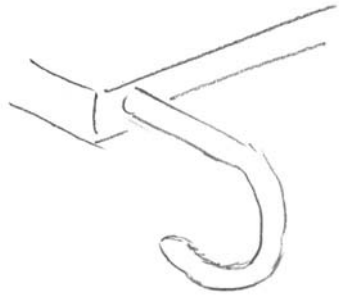
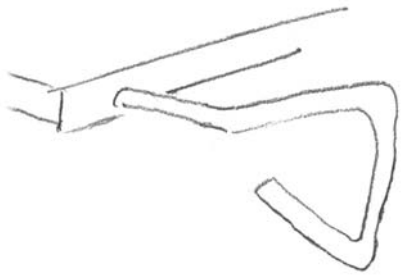
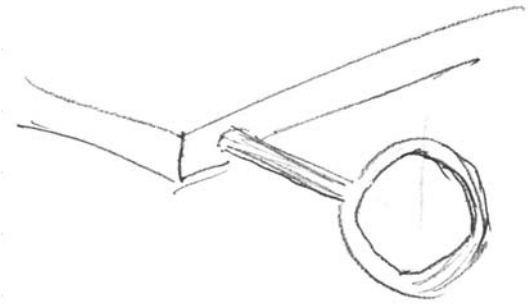
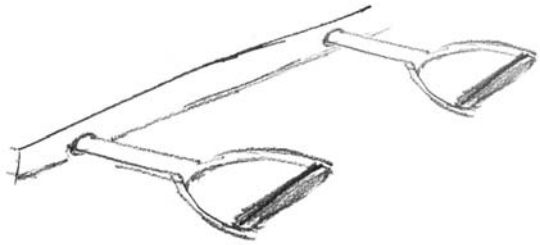
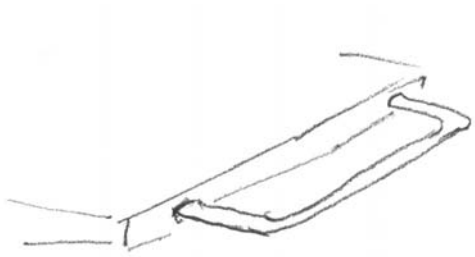
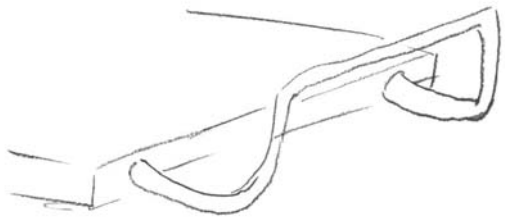
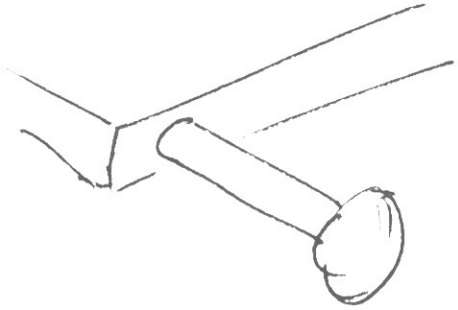
U-Griff 1 und 2 sowie O-Griff 1 orientieren sich an den Bewegungsabläufen, die im Rahmen der theoretischen Ablaufanalyse des Tragevorganges über Treppen ermittelt wurden. Sie sind den möglichen Greifpositionen von 'normal Tragen' bis 'über Kopf Tragen' angepasst. Sie werden favorisiert und sollen daher im nächsten Abschnitt näher untersucht werden.

Bewegliche Griffe

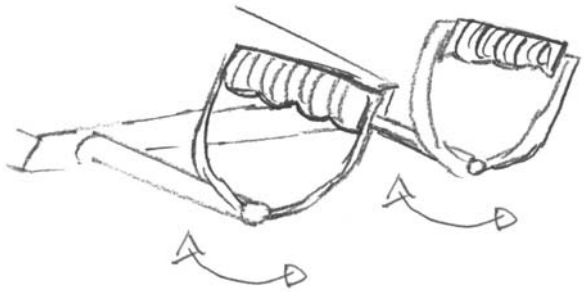
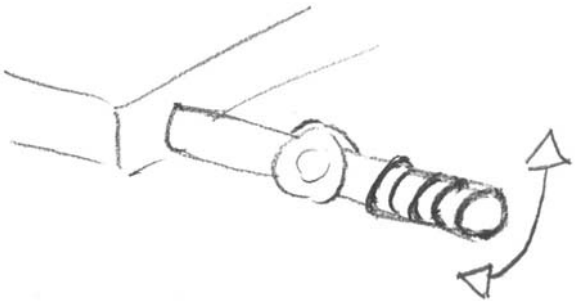
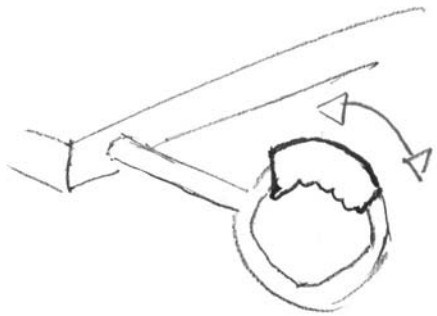
Die beweglichen Griffe (Tab. 5.10) könnten mit mechanischen Hilfen ausgestattet sein, die das Gleiten der Hand auf der Bahn übernehmen, vergleichbar den starren Griffen (Vorschlag: Gleitring). Hier befindet sich auf einem inneren Ring ein gleitend gelagerter zweiter Ring. Der äußere Ring stellt dabei den eigentlichen Griff dar, mit dem der Träger in Kontakt bleibt. Die Krankentrage kann sich wie im Zusammenspiel mit dem Triangelgriff leicht selbst ausrichten. Auf diese Weise können jedoch keine Momente zum Umsetzen der Trage aufgebracht werden. Sollten derartige Ideen weiterverfolgt werden, ist die Notwendigkeit einer Arretierung zu prüfen. Als drittes Prinzip ist der gelenkige Anschluss zu nennen, der weitgehend einem Standardgriff entspricht. Er ist jedoch nicht starr mit der Trage verbunden, sondern verfügt über ein manuell verstellbares Gelenk. Dieser Griff ist in dieser Form jedoch wenig flexibel. So müsste die Trage zum Wechseln der Greifposition vermutlich abgesetzt werden.

Trotz der nur grob umrissenen Lösungsansätze werden die beweglichen Griffe zum jetzigen Zeitpunkt nicht favorisiert. Wie bereits erwähnt, stellen die Konstruktionsvorschläge auf Grund mechanischer Bauteile höhere Anforderungen an Wartung und Pflege. Es ist weiterhin mit einer Zunahme des Trageneigengewichtes zu rechnen. Auf Seiten der Rettungsdienstmitarbeiter werden insbesondere weniger mechanisierte Lösungen bevorzugt, die mit einer deutlich höheren Zuverlässigkeit verbunden sind.

Tab. 5.9 Konstruktionsskizzen für feste Griffe

U-Griff 1	U-Griff 2
	
O-Griff 1	O-Griff 2
	
Bügelgriff 1	Bügelgriff 2
	
Kugelendgriff	
	

Tab. 5.10 Konstruktionsskizzen für bewegliche Griffe

Triangel	Gelenkgriff
	
Gleitring	
	

Handschutz

Neben den Griffen sind auch Modifikationen um den Griff herum sinnvoll. So wurde in den Interviews bemängelt, dass das Manövrieren in engen Treppenräumen und das damit verbundene Anstossen an den Wänden häufig zu Verletzungen der Handrücken führt. Es liegt daher nahe, eine Umfassung (Abb. 5.21) zu schaffen, die Stöße abfängt und die Hand vor Verletzungen schützt. Bekannt sind ähnliche Formen des Handschutzes an Meißeln oder Sackkarren. Bügel oder vergrößerte tellerförmige Endstücke halten Gegenstände in einem sicheren Abstand zu den Händen. Dieser

Abb. 5.21 Entwurf eines Handschutzes

Schutz besteht meist aus schlagfestem Kunststoff oder Elastomeren, so dass er Stöße abfangen kann, ohne selbst Schaden zu nehmen. Der Raum um den Griff sowie mögliche Greifpositionen dürfen jedoch nicht eingeschränkt sein. Bei umfassenden Bügeln ist auf eine ausreichende Bemessung der Durchgrifföffnung zu achten, die gleichzeitig das Tragen mit schweren Schutzhandschuhen ermöglicht. Ein Schutzteller bietet der Hand seitlich weiterhin ausreichende Bewegungsfreiheit. Sein Durchmesser ist so zu wählen, dass er die zufassende Hand vollständig abdecken kann.

5.5.1 Entwürfe

In Anlehnung an die Erkenntnisse der vorangegangenen Kapitel und mit der Zielvorgabe, ergonomische Verbesserungen an den Tragehilfen zu erreichen, wurden zwei der oben gezeigten Ideen konstruktiv weiter verfolgt (U-Griff 1 und Kugelendgriff). Beide konnten bereits in Prototypen umgesetzt und erprobt werden. Die so gewonnenen Erfahrungen werden im Folgenden vorgestellt.

Modell 1: „Phasengleitgriff“

Grundlage dieser Griffentwicklung bilden die in der Ablaufanalyse ermittelten Phasen. Wie die gewählte Bezeichnung bereits deutlich macht, soll die Griffgestalt dem Phasenverlauf mittels fließender Übergänge folgen. Der gefertigte Prototyp (Abb. 5.22) vermittelt trotz seiner vereinfachten Form bereits einen guten Eindruck der gewünschten Funktionalität und möglicher Bewegungsabläufe. Als theoretische Grundlage der Konstruktion sind die Phasen des Transportes zugrunde gelegt. Im günstigsten Fall ergibt sich aus der Aneinanderreihung aller möglichen Handpositionen die Bogenform des Griffes. Mathematisch betrachtet bilden die Steigungen der Handachsen die Tangenten an die so entstandene dreidimensionale Kurve. Die Steigungen können somit den theoretischen Verlauf des gesamten Bogens im Raum beschreiben. Eine hundertprozentige anthropometrische Anpassung ist auch in diesem Fall nicht wünschenswert, da weiterhin die uneingeschränkte Nutzung durch alle Rettungsdienstmitarbeiter gewährleistet sein muss. Untypische Handgelenkstellungen können jedoch vermieden

Abb. 5.22 Prototyp Modell 1: "Phasengleitgriff"

werden, da das Gleiten über den Griffbogen einem Gelenk vergleichbar wirkt. Weiteres Ziel ist es, das bisherige Lösen des Griffes während des Umsetzens zu vermeiden. Beide Hände sollen sich möglichst nicht vom Griff lösen.

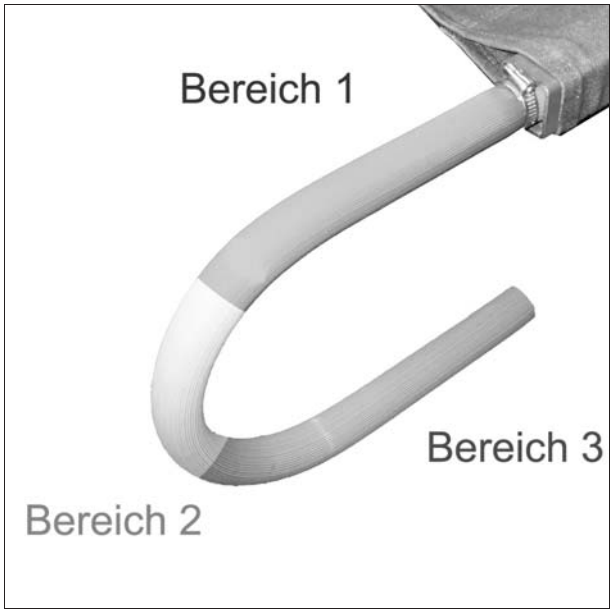


Abb. 5.23 Bereiche am Phasengleitgriff

In Anlehnung an die ermittelten Transportphasen entstehen grob betrachtet drei Bereiche, welche die gewählte Form des Griffes charakterisieren (Abb. 5.23). Es sind zwischen diesen Fixpunkten fließende Übergänge vorzusehen, die ein reibungsloses Hinübergleiten der Hände ermöglichen sollen. Die im Folgenden beschriebenen Merkmale stellen eine weitere theoretische Grundlage für eine optimierte Konstruktion dar. Sie sind jedoch bisher nicht in allen Details des Prototypen wiederzufinden. Dieses Griffsystem wurde lediglich für den Träger am stärker belasteten Kopfende erprobt. Der **Bereich 1** ist angepasst an das Tragen in der Ebene. Die Griffform kann in diesem daher ballig sein und mit einer Abgleitsicherung nach vorne hin versehen werden. Die Griffachse folgt der Neutralachse der Hand. **Bereich 2** entspricht dem Transport treppabwärts. Er bildet quasi den Beginn des stärker gebogenen Griffteils. Die Neigung der Trage ist deutlich stärker als die Neigung der Handneutralachse, so dass die Trageachse entgegen der Achse im Bereich 1 verläuft. Der Griff knickt im Bereich 2 förmlich nach unten ab. Der Bogen kommt einer formschlüssigen Verbindung gleich, so dass auf eine ballige Ausformung und die höhere Gleitsicherheit aus Bereich 1 verzichtet werden kann. Die geringere Abrutschsicherheit gewährleistet somit gleichzeitig eine bessere Anpassung an die Treppenneigung. Mit dem Übergang zwischen Bereich 2 und 3 und dem **Bereich 3** soll das Umsetzen der Krankentrage erleichtert werden. Hier kann der Griff wieder balliger ausgeformt werden, um ihn sicher halten zu können. Ein Endstück verhindert das Abrutschen über das Griffende hinaus. Der Griff muss bei vorgesehener korrekter Benutzung die Hände nicht verlassen. Diese können aus Bereich 1 über Bereich 2 in den Bereich 3 gleiten, bzw. am Bügel entlangfahren. Hält der Träger nun die Trage im Bereich 3 fest und möchte wieder in den ebenen Transport zurück, so kann er die Krankentrage bequem zurückgleiten lassen ohne die Hände von den Griffen zu lösen.

Modell 2: „Kugelendgriff“

Abb. 5.24 Prototyp Modell 2: "Kugelendgriff"

An Standardgriffen wird bisher die Neigung der Trage auf die Handgelenke übertragen. Dies führt, wie bereits beschrieben, zu unerwünschten Gelenkstellungen. Der Kugelendgriff (Abb. 5.24) soll diesen Bewegungen entgegen wirken. Er entspricht in seiner Grundkonstruktion dem bekannten geraden Standardgriff mit Abgleitsicherung am Ende. Diese wird allerdings durch einen kugelförmigen Griffkörper ersetzt. Mit Hilfe dieser Kugel soll nun ein weiteres Gelenk, ein Kugelgelenk, nachgebildet werden. Hierzu greift der Träger die Kugel, so dass die Hand über diese gleiten kann, während das Handgelenk prinzipiell in seiner Normalstellung verbleibt. Die Tragenneigung überträgt sich nun nicht mehr auf die Handgelenke. Es werden nur noch geringe Momente übertragen. Die Hand kann im Phasenübergang 'Tragen auf einer Treppe' zum 'Umsetzen' die Griffkugel umschließen, da sie Gelenkfunktionen übernimmt. Für das Tragen in der Ebene kann die Hand vor der Kugel verbleiben. Dieser Bereich kann daher ballig geformt werden. Die Abrutschsicherung erfolgt durch die Kugel. Der Kugeldurchmesser wurde für den Prototypen bisher nicht näher bestimmt. Zu beachten ist hier insbesondere, dass auch die Handgröße der Rettungsdienstmitarbeiter stark variieren kann. Der Durchmesser sollte daher zwingend in weiteren Versuchen genauer bestimmt werden, um einen sicheren Griff zu gewährleisten.

5.5.2 Umsetzbarkeit

In diesem Kapitel werden einige Erkenntnisse vorgestellt, die in Laborversuchen mit den beschriebenen Griffkonstruktionen gesammelt werden konnten. Hierzu wurde eine beladenen Krankentrage – mit den jeweiligen Prototypen am Kopfende – über eine Treppe getragen und an einer Engstelle umgesetzt.

Phasengleitgriff

Die Krankentrage konnte in allen typischen Positionen ohne Schwierigkeiten bequem und kontinuierlich gehalten werden (Abb. 5.25). Ein Ausschnitt der Videosequenzen

zu den durchgeführten Versuchen ist in Anhang XI zu finden. Die Hände mussten sich nicht vom Griff lösen, um die Greifposition zu wechseln. Die eingesetzten Griffüberzüge sind insbesondere für die Gleitphasen zu überarbeiten. So verhindert einer der beiden Überzüge in hohem Maße das Gleiten, der zweite weist eine zu feine Profilierung auf. Die Abmessungen des gesamten Griffes sind derzeit wenig praktikabel, da die Krankentrage, wird sie auf dem Boden abgesetzt, auf Ihren Griffen aufsteht. Zudem ist zu beachten, dass im ungenutzten Zustand auch diese Griffe platzsparend verstaut werden müssen. Der Phasengleitgriff ist in seiner derzeitigen Form insbesondere für den Täger am Kopfende und für den Transport treppababwärts optimiert worden. Die Nutzung für das Fussende ist zur Zeit nur eingeschränkt möglich. Der Verlauf des Bügels ist hier weiter anzupassen. Eine solche Anpassung sollte die Konstruktion in der Weise beeinflussen, dass die u-förmige Konstruktion sich gestalterisch einem Ring, vergleichbar dem U-Griff 2 bzw. O-Griff 1 (Tab. 5.9) annähert.

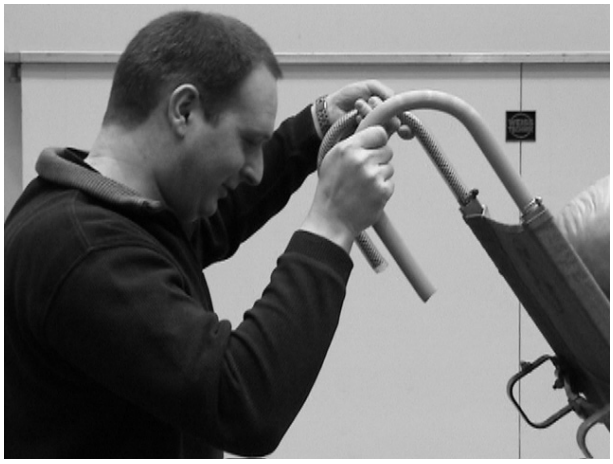


Abb. 5.25 Versuch mit Phasengleitgriff

Kugelendgriff

Wie Versuche mit dem Prototypen Kugelendgriff zeigten, stellt sich der Phasenübergang aus dem Bereich 2 in den Bereich 3 nicht wie gewünscht dar (Abb. 5.26). Anhang XII zeigt Ausschnitte der im Rahmen der durchgeführten Versuche erstellten Videodokumentation. Da kein fließender Übergang des geraden Griffstückes auf die Kugel besteht, werden Gleitbewegungen zur Kugel hin gestört. Es ist desweiteren nicht möglich, die Hand frei in alle Richtungen auf der Kugel zu bewegen. Dies führt unwillkürlich zu den bereits bekannten Bewegungen beim Umsetzen. Die Probanden nutzten die montierte Kugel lediglich als Abgleitsicherung und nicht zum gelenkigen Halten. Die Hände verließen scheinbar unbewusst die Griffe und suchten erneut Halt in den vorderen Griffbereichen. In weiteren Versuchen sollte, wie bereits erläutert, der Kugeldurchmesser vari-

Abb. 5.26 Versuch mit Kugelendgriff

iert werden, um auf diese Weise das Handling zu verbessern. Es wird vermutet, dass eine eher birnenförmige Gestaltung des Endstückes das Aufgleiten weiter erleichtern könnte.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich insbesondere das Prinzip des Phasengleitgriffes in den Vorversuchen bewährt hat. In weiterführenden Untersuchungen sollte jedoch die Konstruktion optimiert werden. Konstruktionsziele sind eine kompaktere Bauform, ein universeller Einsatz an beiden Tragenseiten, eine verbesserte Einsetzbarkeit in allen typischen Tragenpositionen sowie Verstaumöglichkeiten bei Nichtgebrauch.

5.6 Weitergehende Vorschläge

Neben technischen Vorschlägen, wie sie im vorangegangen an unterschiedlichen Konstruktionsbeispielen für ergonomische Griffe sowie innerhalb des Kapitels zur Ergebnisdarstellung 4.2 (Tragehilfen) in vielfältiger Form vorgestellt wurden, sind auch unterschiedliche organisatorische und normative Maßnahmen zur Optimierung denkbar und durchaus umsetzbar.

Organisatorische Maßnahmen

Insbesondere für Einsätze mit hohen Anforderungen und dadurch bedingten unverhältnismäßigen Belastungen der Rettungsdienstmitarbeiter ist eine Aufstockung des Personals je Patiententransport angezeigt. Diese Lage ergibt sich insbesondere dann, wenn außergewöhnlich lange Wegstrecken nur manuell überwunden werden können, große Höhenunterschiede auf beengten Treppen zu bewältigen sind oder ein besonders hohes Patientengewicht zu bewegen ist. Für bekannte häufig wiederkehrende Einsatzsituationen, die also zeitlich vorhersehbar und in Art und Höhe der Belastungen abschätzbar sind, ist geeignetes abgestimmtes Einsatzgerät vorzuhalten. Dies trifft beispielsweise auf regelmäßige Krankentransporte dialysebedürftiger Patienten zu.

Für die Beurteilung bei der Beschaffung von Tragehilfen ist ein Bewertungsschema denkbar, das auch Konstruktionsdetails beleuchtet, denen bisher wenig Aufmerksamtkeit geschenkt wurde. Es sollten Entscheidungshilfen angeboten werden, anhand derer Tragehilfen entsprechend ihren zukünftigen Einsatzschwerpunkten ausgewählt werden. Jedoch sollte dies nicht unter Verzicht auf das Fachwissen der Rettungsdienstmitarbeiter vor Ort geschehen. Der kontinuierlichen Beobachtung des Marktes – Neuentwicklungen – kommt ebenfalls eine entscheidende Bedeutung zu.

Ausgiebige Testreihen im alltäglichen Einsatzgeschehen können Aufschluss über Schwachstellen und Vorteile einzelner Modelle liefern.

Normative Maßnahmen

Bereits bei Konstruktion und Entwicklung fehlte eine umfangreiche normative Grundlage gerade für eine gezielt ergonomisch orientierte Gestaltung. Lediglich maximale Einsatzgewichte und Verletzungsfreiheit waren festgeschrieben. Hinweise auf die ergonomische Bauteilgestaltung, Griffe, Bedieneinrichtungen etc. wären wünschenswert. Da vorwiegend das Wohl des Patienten im Vordergrund stand, ist eine Ausweitung genormter Tragehilfen auf Systeme wünschenswert, die insbesondere zur Entlastung der Rettungsdienstmitarbeiter beitragen können. So ist die Normung insbesondere innovativer neuer Transportsysteme wie den Evakuierungsstühlen und klappbaren Tragestühlen mit Raupensystemen vorstellbar. Grundlegende Vorschläge, wie gezielt dem Patientengewicht begegnet werden kann, bietet die derzeitige Normung nicht auf.

Zur Erhöhung der Kompatibilität der Tragehilfen verschiedener Hersteller untereinander ist eine Vereinheitlichung oder Normung der Fixierungen an den unterschiedlichen Fahrgestellsystemen denkbar. Einfache gleichartige Systeme verringern unnötige Haltezeiten beim Einfädeln der Krankentrage auf das Untergestell.

Trotz eingehender Untersuchungen der Tragehilfen bleiben viele Fragen bei der ergonomischen Gestaltung der Arbeitsmittel im Rettungsdienst offen. Zur Optimierung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes im Rettungsdienst sind zukünftig weitere detaillierte Forschungen durchzuführen.

6 Literatur

Bandera, Jan E.; Kern, P.; Solf, J. J.: Leitfaden zur Auswahl, Anordnung und Gestaltung von kraftbetonten Stellteilen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Bremerhaven: Wirtschaftsverlg NW 1996. Forschungsbericht 494

Bullinger, H.-J.: Ergonomie. Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. 1. Auflage. Stuttgart: Teubner 1994

Bullinger, H.-J.; Kern, P.; Solf, J. J.: Reibung zwischen Hand und Griff : der Einfluß von Material und Oberfläche auf das Reibungsverhalten zwischen Hand und Arbeitsmittelhandseite. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlg NW 1979. Forschungsbericht 213

Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung (Hrsg); Schmidtke, H. (Verf.): Handbuch der Ergonomie mit ergonomischen Konstruktionsrichtlinien (HdE). Loseblatt-Ausgabe, Band 3 und 4. Steinebach/Wörthsee: Luftfahrt-Verlag Zuerl; München: Verlag Hanser. 1975 – 2004

Debrunner, A. M.: Orthopädie. Die Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis. 2. Auflage. Bern: Verlag Hans Huber 1988

Erichsen, K.; Jürgens; H. W.: Human body measures: dynamic body measures. Bundesanstalt für Arbeitsschutz. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1993. Forschungsbericht 670

Fähnrich, K.-P.; Kern, P.; Solf, J. J.: Ergonomische Kenngrößen für Umfassungsgreifarten. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1983. Forschungsbericht 331

Frankel, Victor H.; Nordin, M.: Basic Biomechanis of the Skeletal System. 2. Auflage. Philadelphia: Lea & Febiger 1980

Gaber, W.; Hoeppner, H.: Rettungsdienst: „Rückengerechter Arbeitsplatz“?, Rettungsdienst, 16 (1993) Dezember, 917-920

Gerhardt, John J.; Rippstein J.: Measuring and recording of joint motion: instrumentation and techniques. 2nd, completely revised and expanded edition of International SFTR method of measuring and recording joint. 2. Auflage. Toronto u. a.: Hogrefe & Huber 1990

Kirchner, J.-H.; Baum, E.: Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter. Bestandteil der Sicherheitswissenschaft. 1. Auflage. München: Carl Hanser Verlag 1990. (REFA-Fachbuchreihe Betriebsorganisation)

Kluth, K.; Aydin, M.; Strasser, H.: Forschungsbericht über die Produkt-Ergonomische Evaluierung von Krankentragen mit Fahrgestell (Roll-In-Systemen). Universität Siegen, Institut für Fertigungstechnik Arbeitsswissenschaft/Egonomie. Siegen: 2001. Forschungsbericht

Müller, B. H.: Ergonomie, Bestandteil der Sicherheitswissenschaft. 3. Auflage. Berlin: Beuth Verlag 1997. (REFA-Fachbuchreihe Betriebsorganisation)

Standke, W.: Berufskrankheiten-Dokumentation im Rettungsdienst von 1993 bis 1997. Bundesverband der Unfallkassen, München 1998

Uhlig, D. (Hrsg.): Technische Arbeitsmittel sicher gestalten und benutzen. 1. Auflage. Filderstadt: Verlagsgesellschaft W.E. Weinmann 2004

Westerhoff, J.: Quantifizierung arbeitsinduzierter Wirbelsäulenbelastungen beim Heben und Tragen im Rettungsdienst. Diplomarbeit, Deutsche Sporthochschule Köln 1999

Normen

BWB-TL[1] 6530-0092: Krankentrage, zusammenlegbar, aus Leichtmetall. 2002

BWB-TL 6530-0093: Bespannung, Krankentrage. 2002

BWB-TL 6530-0094: Kopfteil für Krankentragenbespannung. 1999

BWB-TL 6530-0095: Verwundetenbergetuch in Tasche. 1990

BWB-TL 6530-0096: Krankentragenlagerungsgestell im Behälter. 1993

BWB-TL 6530-0097: Befestigungssatz, Patient, Krankentrage. 2003

DIN 13023: Krankentransporthängematte. 1987

DIN 13024 Teil 1: Krankentrage mit klappbaren Holmen. 1997

DIN 13024 Teil 1: Krankentrage mit starren Holmen. 1997

DIN 13025: Krankentrage mit Laufrollen. 1991. zurückgezogen

DIN 13040: Rettungstuch. 1989. zurückgezogen

DIN 13043: Fahrgestelle für Krankentragen, klappbar. 1984. zurückgezogen

DIN 13044: Tragegurt für Krankentragen. 1983

DIN 13046: Fahrgestell für Krankentragen, klappbar. 1984

DIN 13047: Vakuummatratze. 1989. zurückgezogen

DIN 13048-3: Tragesessel, liegend. Maße, Anforderungen, Prüfungen. 1997

1 Technische Lieferbedingungen des Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung

DIN 13050: Rettungswesen, Begriffe. 2002

DIN 13071: Rückhaltesysteme für Patienten im Krankenraum. 1996

DIN 13231 Teil 1: Krankentrage zur Verwendung in Luftfahrzeugen mit starren Holmen, nicht zusammenlegbar. 1992

DIN 13231 Teil 1: Krankentrage zur Verwendung in Luftfahrzeugen mit starren Holmen, zusammenlegbar. 1992

DIN 13235: Schnellverschluß. 1992

DIN 23400: Rettungstrage für den Bergbau unter Tage (Schleifkorb). 1985

DIN 33402 Teil 1 – 3: Körpermaße des Menschen. 1978 – 1986

DIN 75078 Teil 1: Behindertentransportkraftwagen (BTW). Entwurf Juni 2003

DIN 75078 Teil 2: Behindertentransportkraftwagen (BTW), Rückhaltesysteme. 1999

DIN 75080: Krankenkraftwagen, zusätzliche Festlegungen für Rettungswagen, Notfallkrankenwagen und Krankentransportwagen. Entwurf 1999

DIN EN 1005 Teil 1 - 5: Menschliche körperliche Leistung. 2001 – 2003

DIN EN 13718 Teil 1: Patiententransportmittel in der Luft, auf dem Wasser und in schwierigem Gelände, Besondere Anforderungen an die Schnittstellen von Medizinprodukten für die kontinuierliche Patientenbetreuung. 2002

DIN EN 13718 Teil 1: Patiententransportmittel in der Luft, auf dem Wasser und in schwierigem Gelände, Operationelle und technische Anforderungen für die kontinuierliche Patientenbetreuung. 2002

DIN EN 1789: Rettungsdienstfahrzeuge und deren Ausrüstung Krankenkraftwagen. 2003

DIN EN 1865: Festlegungen für Krankentragen und andere Krankentransportmittel im Krankenkraftwagen. 1999

VG 85483-4: Versorgung in See; Hochleinen-Verfahren; Aufhängevorrichtung für Krankentrage. 1991

DIN EN 349: Sicherheit von Maschinen; Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen. 1993

Vorschriften

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit
(Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) (v .7. 8.1996) BGBl. I S. 1246, zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes (v. 21. Juni 2002) BGBl. I S. 2167, 2187

Gesetz über technische Arbeitsmittel (GSG) (v. 11.5. 2001) BGBl. I Nr. 22 S. 866, geändert durch Artikel 3 des Gesetzes zur Änderung des Seemannsgesetzes und anderer Gesetze (v. 28.03.2002) BGBl. I Nr. 21 S. 1163, gültig bis 1.5.2004

Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz- GPSG) (v. 6.1.2004) BGBl. I S. 2, Berichtigung vom 11.22004 BGBl. I S. 219

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten bei der Arbeit (Lastenhandhabungsverordnung – LasthandhabV) (v. 04.12.1996) BGBl. I S.1841 zuletzt geändert am 29.10.2001 BGBl. I S. 2865

Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (Maschinenrichtlinie) (v. 22.6.1998) ABl. EG Nr. L 207 S. 1, zuletzt geändert durch Artikel 21 Abs. 1 der Richtlinie 98/79/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Invitro-Diagnostika (v. 27.10.1998) ABl. EG Nr. L 331 S. 1

7 Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Schematische Darstellung der Wechseltechnik 9
Abb. 2.1 Schematische Übersicht der Tragehilfen 10
Abb. 2.2 Haupttrage 10
Abb. 2.3 Krankentrage 11
Abb. 2.4 Fahrgestell 12
Abb. 2.5 Stuhltrage 12
Abb. 2.6 Schaufeltrage 13
Abb. 2.7 Tragetuch 13
Abb. 2.8 nicht klappbarer Tragesessel 14
Abb. 2.9 klappbarer Tragesessel 15
Abb. 2.10 Tragesessel mit Raupensystem 16
Abb. 2.11 Evakuierungsstuhl 16
Abb. 2.12 Fahrgestell 17
Abb. 2.13 Einzelrad Krankentrage 17
Abb. 2.14 Bedieneinrichtung 17
Abb. 2.15 Einfacher Handgriff 18
Abb. 2.16 Griffüberzug 18
Abb. 2.17 Bedienungs- und Sicherheitshinweise 18
Abb. 3.1 Messuhr Shore-A 19
Abb. 3.2 Ringkraftmesser 20
Abb. 3.3 Thermogramm einer Hand 23
Abb. 3.4 Videodokumentation im Treppenraum 23
Abb. 3.5 Kamera an der Krankentrage 24
Abb. 3.6 Winkelmessung a. horizontal 24
Abb. 3.7 Horizontalwinkelmessung 25
Abb. 3.8 Greifarten 25
Abb. 4.1 Erkrankungen des Muskel-Skelett Systems, Forschungsprojekt zu Arbeitszeiten von Rettungspersonal in verschiedenen europäischen Ländern - Österrreich, Schweden, Deutschland 27
Abb. 4.2 Lenkrollen, Modell A-2 31
Abb. 4.3 Rollenbremse, Modell A-1 31
Abb. 4.4 Entladen des Roll-In-Systems a. entriegeln 32
Abb. 4.5 Fahrgestell A-1 33

Abb. 4.6 Einladen Modell A-1 33
Abb. 4.7 Bedieneinrichtung zur Fahrgestellentriegelung 34
Abb. 4.8 Bedienung der Fahrgestellentriegelung 34
Abb. 4.9 Tragenverriegelung 34
Abb. 4.10 Fahrgestell A-3 35
Abb. 4.11 Gelenkrollen am Kopfende 35
Abb. 4.12 Gelenkrollen am Fußende 35
Abb. 4.13 Gelenkrolle abgesenkt 35
Abb. 4.14 Wechseltechnik A-3 36
Abb. 4.15 Reflektierende Sicherheitskennzeichnung 36
Abb. 4.16 Klappgriff am Kopfende 36
Abb. 4.17 Fahrgestell A-4 37
Abb. 4.18 Lenkrollen und Betätigung 37
Abb. 4.19 a. Bremshebel b. Gummibereifung 37
Abb. 4.20 Hauptbedieneinrichtung 38
Abb. 4.21 Klappgriffe und Stellhebel am Kopfende 38
Abb. 4.22 Gurtsystem Modell A-1 39
Abb. 4.23 Gurtsystem Modell A-3 39
Abb. 4.24 Gurtsystem Modell A-4 39
Abb. 4.25 Krankentrage B-1 40
Abb. 4.26 Griffarretierung, Modell B-1 40
Abb. 4.27 Verschlissener Fußbügel 41
Abb. 4.28 Seitenbügel 41
Abb. 4.29 Rückenlehnenverstellung 41
Abb. 4.30 Schweißnaht an der Rückenlehne 41
Abb. 4.31 Krankentrage 42
Abb. 4.32 Fußbügel 42
Abb. 4.33 Mögliche Quetschstelle 42
Abb. 4.34 Grifflängenverstellung 43
Abb. 4.35 Krankentrage B-4 43
Abb. 4.36 Bedienungshebel der 43
Abb. 4.37 Maximale Zuladung 44
Abb. 4.38 Tragetuch E-1 44
Abb. 4.39 Ummantelter Schlaufengriff 45
Abb. 4.40 Flexibler Griffüberzug 45
Abb. 4.41 Schaufeltrage F-1 46
Abb. 4.42 Schaufeltrage F-2 46
Abb. 4.43 Schloss alte Version 47

Abb. 4.44 Schloss neue Version 47
Abb. 4.45 Verschiedene Einsatzlängen 48
Abb. 4.46 Verriegelung der Längenarretierung a. neue Variante b. alte Variante 48
Abb. 4.47 Leichter Tragesessel 49
Abb. 4.48 Massive Tragesesselkonstruktion 49
Abb. 4.49 Einladen des Tragesessels 50
Abb. 4.50 Tragesessel C-1, Griffdetails 51
Abb. 4.51 Tragesessel C-2 51
Abb. 4.52 Tragesessel C-3 52
Abb. 4.53 geneigte Rückenlehne 52
Abb. 4.54 Tragesessel D-1 53
Abb. 4.55 Vordere Griffe 54
Abb. 4.56 Hintere Griffe 54
Abb. 4.57 Vorderer Griff 55
Abb. 4.58 Evakuierungsstuhl 55
Abb. 4.59 Stützrollen, a. neue, b. alte Ausführung 56
Abb. 4.60 Raupensystem 57
Abb. 4.61 Evakuierungsstuhl 57
Abb. 4.62 Vorderer und hinterer Tragegriff am Modell D-3 58
Abb. 4.63 Größenvergleich der Modelle D-2 und D-3 59
Abb. 4.64 Tragesessel D-4 60
Abb. 4.65 Eingeschränkte Bewegungsfreiheit für den vorderen Träger 60
Abb. 4.66 Feststeller 61
Abb. 4.67 Einsatzbereit für den Treppentransport 61
Abb. 4.68 Raupensystem 63
Abb. 4.69 Raupensystem Modell D-4, 63
Abb. 5.1 Warnhinweise 69
Abb. 5.2 Belastungsangabe 69
Abb. 5.3 Hinweise an einer Bedieneinrichtung 70
Abb. 5.4 Abgelöste Bedruckung 70
Abb. 5.5 Farbliche Kodierung 71
Abb. 5.6 Bedieneinrichtungen zur Grifflängenverstellungen 74
Abb. 5.7 Zentrale Bedieneinrichtungen an Fahrgestellen 75
Abb. 5.8 Fußhebel an Feststellbremsen 75
Abb. 5.9 Bedieneinrichtungen zur Verstellung der Rückenlehnenneigung 76
Abb. 5.10 Umgreifen am Handgriff 81
Abb. 5.11 Kraftmessungen an Modell D-4 86
Abb. 5.12 Lastfälle beim Transport einer Krankentrage 87

Abb. 5.13 Konstruktionsmerkmale eines Tragegriffes 89
Abb. 5.14 Griffformen und Kontakt- 91
Abb. 5.15 Abgleitsicherung 91
Abb. 5.16 Handbreite 93
Abb. 5.17 Haltungen beim Anheben 93
Abb. 5.18 Körpernahes Anheben - Vorderansicht 94
Abb. 5.19 Körpernahes Anheben - Seitenansicht 94
Abb. 5.20 Abdrücke eines scharfkantigen Griffüberzuges 96
Abb. 5.21 Entwurf eines Handschutzes 101
Abb. 5.22 Prototyp Modell 1: "Phasengleitgriff" 102
Abb. 5.23 Bereiche am Phasengleitgriff 103
Abb. 5.24 Prototyp Modell 2: "Kugelendgriff" 104
Abb. 5.25 Versuch mit Phasengleitgriff 105
Abb. 5.26 Versuch mit Kugelendgriff 105

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1 Übersicht der Messwerkzeuge 21
Tab. 4.1 Arbeitsbedingte Risikofaktoren für das Auftreten von Rückenschmerzen 28
Tab. 4.2 Übersicht der untersuchten Tragehilfen 30
Tab. 4.3 Übersicht über verschiedene Schlaufengriffe an Tragetüchern 45
Tab. 4.4 Ablauf eines Transportes mit Modell D-4 auf einer Treppe 62
Tab. 4.5 Zusammenfassung der Messwerte aus Anhang IX und X 66
Tab. 4.6 Thermogramme der Hand 1 a. vor und b. nach der Belastung 66
Tab. 5.1 Winkelermittlung für die Normalstellungen 79
Tab. 5.2 Eignung von Greifarten für Arbeitsaufgaben 80
Tab. 5.3 Kopplungsarten 1. Form- und 2. Reibschluss bei translatorischer Belastung 81
Tab. 5.4 Schematische Darstellung und Beschreibung des Ablaufes beim Umgreifen 83
Tab. 5.5 Gegenüberstellung der Achslagen verschiedener Trageposition 85
Tab. 5.6 Typische Belastungsarten infolge wechselnder Lasten beim Transport 88
Tab. 5.7 Abmessungen für spindelförmige Griffe 92
Tab. 5.8 Verschiedene Griffoberflächen 95
Tab. 5.9 Konstruktionsskizzen für feste Griffe 100
Tab. 5.10 Konstruktionsskizzen für bewegliche Griffe 101

Anhang I Statistische Daten der Rettungsdienste in Deutschland (Mitarbeiter, Einsatzzahlen, Fahrzeuge)

	Johanniter-Unfall-Hilfe	**Malteser Hilfsdienst**	**Deutsches Rotes Kreuz**	**Arbeiter-Samariter-Bund**
Quelle	Jahresbericht 2002 [3)]	Jahresbericht 2002 [3)]	Rettungsdienst-statistik 2002 [3)]	www.asb-online.de
Personal				
Hauptamtlich	4.000	159	19.429 [5)]	2.959
Ehrenamtlich	8.500	1.276	9.854	5.429
Zivildienstleistend	2.550 [3)]	649	2.651	3.828 [3)]
gesamt	15.050	2.084	31.934	12.216
Einsätze				
Krankentransporte	411.685	298.857 [3)]	3.179.136	511.227 [2)]
Notfalleinsätze	360.511	295.681 [3)]	2.471.871	327.754 [1)]
gesamt	772.196	594.538	5.651.007	838.981
Fahrzeuge				
RTW+NAW		602	2.062	46 [4)]
KTW	258 [3)]		1.780	25 [4)]
gesamt	258	602	3.842	450 [6)]

	Berufs-feuerwehren	**Freiwillige & Pflicht-feuerwehren**	**Werk- & Betriebs-feuerwehren**	**Gesamt**
Quelle	Jahrbuch 2002/03	Jahrbuch 2002/03	Jahrbuch 2002/03	
Personal				
Hauptamtlich	27.614	5.948	7.174	**67.283**
Ehrenamtlich				**25.059**
Zivildienstleistend				**9.678**
gesamt	27.614	5.948	7.174	**102.020**
Einsätze				
Krankentransporte	562.076	295.111	39.328	**5.297.420**
Notfalleinsätze	1.233.276	325.346	23.121	**5.037.560**
gesamt	1.795.352	620.457	62.449	**10.334.980**
Fahrzeuge				
RTW+NAW	868	284	150	**4.012**
KTW	276	207	86	**2.632**
gesamt	1.144	491	236	**7.023**

[1)] inkl. Luftrettung
[2)] inkl. Krankenfahrten
[3)] Internetveröffentlichung
[4)] Daten der Landesverbände Saarland, Bremen, Bayern
[5)] inkl. Aushilfen
[6)] Schätzwert

Anhang I Statistische Daten der Rettungsdienste in Deutschland

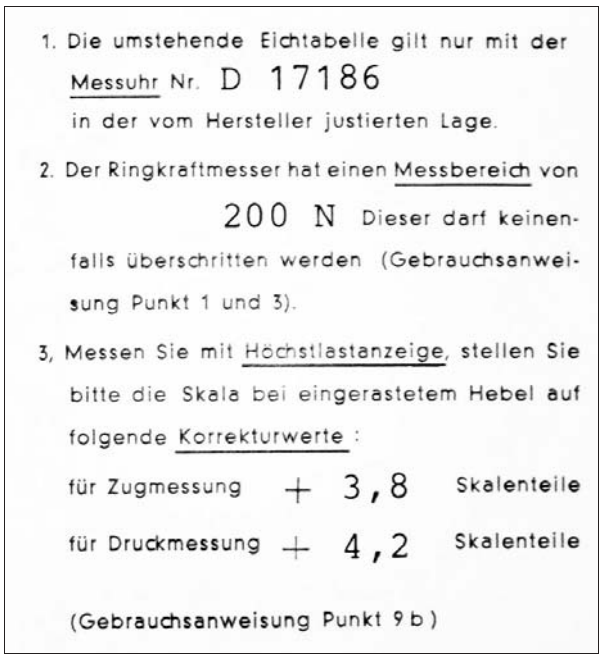
(Mitarbeiter, Einsatzzahlen, Fahrzeuge)

Anhang II Berufskrankheitendokumentation der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand für den Rettungsdienst 1993-1997 (nach Standke 1998)

Berufskrankheit	Anerkannte BK mit Rente		Anerkannte BK ohne Rente		Berufliche Verursachung festgestellt, besondere vers.rechtl. Voraussetzung nicht erfüllt		BK-Verdacht nicht bestätigt	
	N	%	N	%	N	%	N	%
50DDR (Lärm)							1	2,2
BK1201 (Kohlenmonoxid)							1	2,2
BK1303 (Benzol)							1	2,2
BK2102 (Meniskusschaden)							1	2,2
BK2108 (Bandscheibe LWS)	4	66,7			2	50	13	28,9
BK2109 (Bandscheibe HWS)							1	2,2
BK3101 (Infektionen)	1	16,7	2	66,7			5	11,1
BK4103 (Asbeststaublunge)			1	33,3			2	4,4
BK4201 (Farmer.Lunge)							1	2,2
BK4302 (chem.irr.Atemwege)	1	16,7					16	35,6
BK5101 (Hauterkrankungen)					2	50	2	4,4
BK9900 (ohne Listen-BK-Nr.)							1	2,2

Anhang II Berufskrankheitendokumentation der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand für den Rettungsdienst 1993-1997 (nach Standke 1998)

Anhang III Hinweise zum Ringkraftmesser S700


1. Die umstehende Eichtabelle gilt nur mit der Messuhr Nr. D 17186 in der vom Hersteller justierten Lage.

2. Der Ringkraftmesser hat einen Messbereich von 200 N Dieser darf keinenfalls überschritten werden (Gebrauchsanweisung Punkt 1 und 3).

3, Messen Sie mit Höchstlastanzeige, stellen Sie bitte die Skala bei eingerastetem Hebel auf folgende Korrekturwerte :

für Zugmessung + 3,8 Skalenteile

für Druckmessung + 4,2 Skalenteile

(Gebrauchsanweisung Punkt 9 b)

Anhang III Hinweise zum Ringkraftmesser S700

Anhang IV Eichtabelle für Ringkraftmesser S700

Last	Zeigerausschlag in Skalenteilen	
[N]	bei Zug	bei Druck
	0,0	0,0
20	29,1	32,9
40	57,7	66,3
60	86,1	100,2
80	114,6	134,6
100	143,0	169,4
120	171,3	204,9
140	199,6	240,7
160	228,0	277,0
180	256,2	313,9
200	284,1	351,2

Anhang IV Eichtabelle für Ringkraftmesser S700

Anhang V Körpermaße der Bevölkerung nach Altersgruppen

Körpermaße der Bevölkerung nach Altersgruppen Ergebnisse der Mikrozensus-Befragung im April 1999						
Alter von ... bis unter ... Jahren	durchschnittliche Körpergröße	durchschnittliches Körpergewicht	durchschnittlicher Body-Mass-Index	davon mit einem Body-Mass-Index von . . . bis unter . . .		
				unter 18,5	18,5 - 30	30 und mehr
	m	kg	kg/m²	% [1]		
Männlich						
18 - 20	1,80	73,2	22,6	5,1	92,3	2,6
20 - 25	1,80	76,2	23,4	2,7	93,8	3,5
25 - 30	1,80	79,2	24,5	1,1	93,0	5,9
30 - 35	1,79	81,1	25,2	0,8	91,3	7,9
35 - 40	1,79	81,8	25,6	0,5	89,7	9,8
40 - 45	1,78	82,7	26,1	0,5	86,5	12,9
45 - 50	1,77	83,3	26,6	0,4	84,3	15,3
50 - 55	1,76	83,0	26,8	/	83,0	16,7
55 - 60	1,76	82,8	26,8	0,4	83,0	16,5
60 - 65	1,75	82,5	27,1	0,4	81,6	18,0
65 - 70	1,73	81,4	27,1	0,5	80,8	18,7
70 - 75	1,73	79,3	26,6	0,8	84,5	14,7
75 und mehr	1,71	75,0	25,6	1,5	89,2	9,3
Zusammen	1,77	80,8	25,8	0,9	87,0	12,1
Weiblich						
18 - 20	1,68	60,2	21,2	16,4	81,7	1,9
20 - 25	1,68	61,9	21,9	11,0	85,6	3,4
25 - 30	1,67	63,8	22,7	7,0	87,4	5,6
30 - 35	1,67	64,8	23,2	5,3	88,3	6,5
35 - 40	1,66	65,6	23,7	3,8	88,4	7,8
40 - 45	1,66	66,5	24,2	3,3	86,5	10,1
45 - 50	1,65	67,6	24,9	2,1	86,1	11,8
50 - 55	1,65	68,8	25,4	1,8	84,1	14,1
55 - 60	1,65	69,6	25,6	1,7	83,5	14,7
60 - 65	1,64	70,6	26,2	1,2	81,6	17,2
65 - 70	1,63	70,4	26,5	1,2	79,7	19,1
70 - 75	1,63	68,7	26,0	1,8	82,2	15,9
75 und mehr	1,61	64,4	24,7	4,0	86,3	9,6
Zusammen	1,65	66,7	24,5	3,9	85,1	11,0
Insgesamt						
18 - 20	1,74	66,8	22,0	10,6	87,1	2,3
20 - 25	1,74	69,3	22,8	6,7	89,8	3,4
25 - 30	1,74	71,7	23,8	3,9	90,3	5,8
30 - 35	1,73	73,2	24,3	3,0	89,8	7,2
35 - 40	1,73	74,0	24,8	2,1	89,1	8,8
40 - 45	1,72	74,8	25,3	1,9	86,5	11,6
45 - 50	1,71	75,5	25,8	1,2	85,2	13,6
50 - 55	1,70	76,0	26,2	1,1	83,6	15,4
55 - 60	1,70	76,3	26,3	1,1	83,3	15,6
60 - 65	1,69	76,5	26,7	0,8	81,6	17,6
65 - 70	1,68	75,7	26,8	0,8	80,2	18,9
70 - 75	1,67	73,2	26,3	1,4	83,2	15,4
75 und mehr	1,65	67,8	25,1	3,2	87,3	9,5
Insgesamt	1,71	73,5	25,2	2,4	86,0	11,5
[1] Anteil an der Bevölkerung mit Angaben zu Körpergewicht und Körpergröße						

Anhang V Körpermaße der Bevölkerung nach Altersgruppen

Statistisches Bundesamt Deutschland: *Gesundheitswesen; Körpermaße der Bevölkerung nach Altersgruppen, Ergebnisse der Mikrozensus-Befragung im April 1999,* http://www.destatis.de, 2002

Anhang VI Fragebogen zu Evakuierungsstuhl D-3

Anhang VI Fragebogen zu Evakuierungsstuhl D-3

Fragebogen zu EVAKUIERUNGSSTUHL MODELL D-3 (modifiziert)

Einsatzbereiche

1. An welchen Orten wird der EVAKUIERUNGSSTUHL MODELL D-3 überwiegend eingesetzt (Treppen, Wohnung)?

---

2. Auf welchen Transportwegen ließ sich der EVAKUIERUNGSSTUHL MODELL D-3 nur eingeschränkt nutzen (Engpässe, Hindernisse, Kurven, Boden-/Treppenbeläge)?

Engpässe ☐ Hindernisse ☐ Kurven ☐ Boden-/Treppenbeläge ☐

---

3. Wird der EVAKUIERUNGSSTUHL MODELL D-3 (modifiziert) für den Aufwärtstransport auf Treppen genutzt?

Ja ☐ Nein ☐

Griff am Fußende

4. Wie beurteilen Sie die Griffgestaltung der Griffe am Fußende (Profilierung, Griffüberzug, Griffdurchmesser, Griffbreite ...)?

Profilierung _____

Griffdurchmesser _____

Griffbreite _____

Griffüberzug _____

5. Sind Sie mit der vorgegebenen Griffpositionen am Fußende zufrieden?

Ja ☐ Nein ☐

6. Wie bewerten Sie die Hand-/Armstellung beim Tragen am Fußende?

---

7. Wie beurteilen Sie die Konstruktion des Klappmechanismus und der Verriegelung der Griffe am Fußende?

---

8. Ist der Griffabstand zu den Patientenfüßen beim Tragen/Umsetzen des EVAKUIERUNGSSTUHL MODELL D-3 am Fußende ausreichend?

Ja ☐ Nein ☐

---

9. Wie beurteilen Sie beim Anheben die Griffhöhe am Fußende?

---

10. Wie beurteilen Sie beim Aufwärtstragen die Griffhöhe am Fußende (Zwangshaltung)?

---

11. Setzen Sie den Griff am Fußende beim Abwärtstransport ein? (nicht ausgeklappt; Führen und Aufgleiten des Stuhles über die Treppenstufen; Sichern des Stuhles bzw. des Patienten;)

nicht ausgeklappt ☐

Einsatz nur als Fußstütze ☐

Unterstützung beim Aufsetzen auf die ersten Treppenstufen ☐

Sichern des Stuhles bzw. des Patienten ☐

---

12. Behindert das Griffteil am Fußende den Transport beim Umsetzen (Kurvenfahren auf Treppenabsätzen,)?

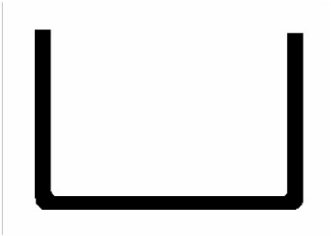
Nein ☐

Kurvenfahren auf Treppenabsätzen ☐

an Engpässen ☐

Griff am Kopfende

13. Welche Griffposition bevorzugen Sie am klappbaren Griffbügel am Kopfende (Skizze)?



14. Wie bewerten Sie die Hand-/Armstellung beim Tragen am Kopfende?

15. Wie beurteilen Sie die Griffgestaltung des Klappgriffes am Kopfende (Profilierung, Griffüberzug erwünscht, Griffdurchmesser ...)?

Profilierung

Griffdurchmesser

16. Wie beurteilen Sie beim Anheben die Griffhöhe am Kopfende?

17. Wie beurteilen Sie beim Aufwärtstragen die Griffhöhe am Kopfende (Zwangshaltung)?

18. Nutzen Sie den Klappbügel am Kopfende zum Umsetzen des Stuhls?

Nein ☐

Kurvenfahren auf Treppenabsätzen ☐

an Engpässen ☐

Gesamtbewertung

19. Wie beurteilen Sie den Nutzen des modifizierten EVAKUIERUNGSSTUHL MODELL D-3 für den Aufwärtstransport auf Treppen?

20. Verbesserungsvorschläge

Anhang VII Checkliste zur Datenaufnahme

Anhang VII Checkliste zur Datenaufnahme

Tragehilfen

Datum _____

Allgemeines

Bezeichnung _____

Hersteller _____

Modell _____

Modelljahr _____

Typenschild _____

Bedienungsanleitung ____ja____ nein ____ Kopie! ____

Einweisung durch Hersteller _____

Allgemeine Daten

Gewicht (einsatzbereit) _____

Gewicht (Herstellerangabe) _____

Zulässige Traglast _____ Kennzeichnung vorhanden

Breite _____

Länge _____

Höhe _____

Höhe Liegefläche über Boden _____

Maßskizze ____ja____ nein _____

Stellteile s.u. Stellteile ____ nicht vorhanden _____

Tragegriffe s.u. Tragegriffe _____

Materialien

Liegefläche (überwiegend) _____

Tragehilfe - Seite 1/8

Tragegestell (überwiegend) _____

Zeitfaktoren

Einsatzhäufigkeit _____

Herstellen der Einsatzbereitschaft _____

Pflegeaufwand _____

Lagerung /Sicherung des Patienten _____

Handling

Bevorzugte Einsatzart _____

Anzahl Träger (max) _____

Sicherung Patient (System, Bedienung) _____

Transport medizinisches Gerät _____

Transport

Einsatzfahrzeug _____

Fahrzeugbe-/entladung (Zeit, Handling) _____

Be-/Entladehöhe _____

Lagerung / Sicherung (System, Handling) _____

Untergestell

Füße Räder kein

Material _____

Durchmesser _____

Breite _____

Härte _____

Fahrgestell

Datum _____

Allgemeines

Bezeichnung _____

Hersteller _____

Modell _____

Modelljahr _____

Bedienungsanleitung _____ ja nein Kopie!

Einweisung durch Hersteller _____

Allgemeine Daten

Gewicht (einsatzbereit) _____

Gewicht (Herstellerangabe) _____

Zulässige Traglast _____

Breite _____

Länge _____

Höhe _____

Maßskizze _____ ja nein

Material (überwiegend) _____

Stellteile s.u. Stellteile

Tragegriffe s.u. Tragegriffe

Höhenpositionierung

Arretierungen (Stufenzahl) _____

Bedienung „Wechseltechnik“, Ein-/Zwei-Mann

Höhe Transportfläche über Boden _____

Räder

Positionen _____

Anzahl starr lenkbar

Bedienung (Handling) s.u. Stellteile

Material Bereifung _____

Raddurchmesser _____

Breite _____

Tragegriffe

Datum _____

Allgemeines

Bauteilbeschreibung Trage - Fahrgestell - Tragenlagerung - Liegefläche -

Anzahl gesamt

Anzahl pro Seite Kopfende Fußende links rechts

Material

Werkstoff

Härte (Shore A)

Oberfläche Profilierung - Skizze/Foto Rutschfestigkeit

Materialstärke Griffüberzug

Sitz und Stabilität Griffüberzug Bewegung - Formstabilität - Deformation

Abmessungen

Querschnittsprofil Kasten - Rechteck - Quadrat - ausgerundet - Rund - Oval -

Querschnittsmaße Kantenlängen Radius Durchmesser

Grifflänge gesamt

Länge Griffbezug

Lage der Griffe

Bezogen auf Tragehilfe Maßskizze

Bezogen auf Anwender

Achsabstände

Lage Griffachse parallel - Winkel -

Abstand zur Tragehilfe Mitte Griff, min, max

Höhe über Boden Mitte Griff, min, max

Gestaltung / Handling

Umfassungen Handschutz

Ausformung Griffanfang Griffende Skizze/Foto

Greifraum Tiefe bei Durchgriffen Breite bei Durchgriffen

Formstabilität

Arretierungen Stufenzahl s.u. Stellteile

Dokumentation Zeichnung / Foto

Lage der Griffe

Mögliche Greifpositionen

Griffstruktur

Stellteile

Datum _____

Allgemeines

Bauteilbeschreibung Trage - Fahrgestell - Tragenlagerung - Liegefläche -

Stellaufgabe _____

Anzahl Stellteile je Funktion _____

Kopplung von Funktionen _____

Bewegungsart

Bewegungsform Ziehen - Drücken - Schwenken - Drehen -

Bewegungsgröße Weg Drehwinkel

Bewegungsrichtung rechts - links - vor - zurück - rechtsdrehend - linksdrehend -

Arbeitswiderstand

Betätigungskraft min - max - Æ

Betätigungsmoment min - max - Æ

Verlauf gleichbleibend - veränderlich -

Zeitfaktoren

Häufigkeit der Betätigung gelegentlich - häufig

Dauer Einzelbetätigung statisch - dynamisch

Lage des Stellteils

Bezogen auf Anwender Vorlage - Hochlage - Seitenlage - Entfernung

Bezogen auf Tragehilfe _____

Zugänglichkeit _____

Maßskizze _____

Kraft-/Momentübertragung

Greifart: Zufassung - 1 - 2 - 3 - 5 Finger

Kontakt - 1 - 2 - 3 - 5 Finger - Hand

Umfassung

Kopplungsart: Formschluss - Reibschluss

Maßskizze: Lage Funktionsachse – anatomische Achse (Zeichnung)

Gestaltungsmerkmale

Form

Abmessung

Werkstoff

Oberfläche

Kodierung

Farbe

Piktogramm

Beschriftung

Sicherheit

Zugänglichkeit: Quetschen - Behinderung - Abstände - Herum-/Hindurchreichen

Versehentliche Betätigung: Abdeckung - Verriegelung

Dokumentation Zeichnung / Foto

Lage der Stellteile

Mögliche Greifpositionen

Gestaltungsmerkmale: Oberfläche - Kodierung - Form

Anhang VIII Datensatz Tragesessel D-1

Anhang VIII Datensatz Tragesessel D-1

D-1 - Tragesessel

Allgemeines

Bezeichnung	klappbarer Tragesessel
Hersteller	Ferno
Modell	Modell 40
Modelljahr	Nicht bekannt
Typenschild	Nein
Bedienungsanleitung	Nein
Einweisung durch Hersteller	Nein

Allgemeine Daten

Gewicht (einsatzbereit)	Nicht ermittelt
Gewicht (Herstellerangabe)	9 kg
Zulässige Traglast	160 kg
Kennzeichnung Traglast	Nein
Breite (cm)	51,5
Länge (cm)	70
Höhe (cm)	91
Höhe Sitzfläche über Boden (cm)	48

Stelteile

Anzahl gesamt	2

Tragegriffe

Anzahl gesamt	2 + 2

Materialien

Liegefläche (überwiegend)	Gewebebahn, beschichtet
Tragegestell (überwiegend)	Alu

Zeitfaktoren

Einsatzhäufigkeit	Nicht bekannt
Herstellen der Einsatzbereitschaft	Nicht bekannt
Pflegeaufwand	Nicht bekannt
Lagerung/Sicherung des Patienten	Nicht bekannt

D-1 - Tragesessel

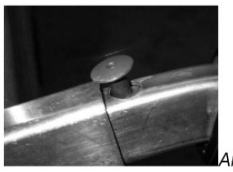
Handling

Bevorzugte Einsatzart	Treppentransport
Anzahl Träger	2, max. 4
Sicherung Patient	Brustgurt, Steckschloss
Transport medizinisches Gerät	Nein

Transport

Einsatzfahrzeug	RTW / KTW
Fahrteugbe-/entladung	Nicht bekannt
Be-/entladehöhe	Nicht bekannt
Lagerung/Sicherung	Nicht bekannt

Stellteile 1 /2



Allgemeines

Stellaufgabe	Grifflängenverstellung, vordere Griffe
Anzahl Stellteile je Funktion	1
Kopplung von Funktionen	Nein

Bewegungsart

Bewegungsform	Drücken + Ziehen
Bewegungsgröße (Weg/Drehwinkel)	10 mm
Bewegungsrichtung	unten

Arbeitswiderstand

Betätigungskraft, mittlere (N)	7,3
Betätigungsmoment	Nein
Verlauf	Gleichbleibend

Zeitfaktoren

Häufigkeit der Betätigung	Häufig
Dauer	Statisch

Lage des Stellteils

Bezogen auf Anwender	Vorderer Handgriff
Bezogen auf Traghilfe	Veränderlich
Zugänglichkeit	Griffnah

D-1 - Tragesessel

Kraft-/Momentenübertragung

Greifart	1-Finger-Kontakt
	Daumen
Kopplungsart	Taster

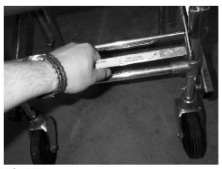
Gestaltungsmerkmale

Form	Rund, pilzförmig
Abmessung (mm)	15,5 x 2
Werkstoff	E-Metall
Oberfläche	Glatt, Bohrung mittig
Kodierung	Keine

Sicherheit

Zugänglichkeit	Gut
Versehentliche Betätigung	Nein, federbelastet verriegelt

Stellteile 2/2



Allgemeines

Stellaufgabe	Entriegelung Klappmechanismus
Anzahl Stellteile je Funktion	1
Kopplung von Funktionen	Nein

Bewegungsart

Bewegungsform	Ziehen
Bewegungsgröße (Weg/Drehwinkel)	15 mm
Bewegungsrichtung	Hoch

Arbeitswiderstand

Betätigungskraft max, gemittelt (N)	45,4
Betätigungsmoment	Nein
Verlauf	Zunehmend

Zeitfaktoren

Häufigkeit der Betätigung	2x je Einsatz
Dauer	Statisch

Lage des Stellteils

Bezogen auf Anwender	tief

D-1 - Tragesessel

Bezogen auf Traghilfe	36 cm über Boden
Zugänglichkeit	

Kraft-/Momentenübertragung

Greifart	Umfassung
Kopplungsart	Formschluss

Gestaltungsmerkmale

Form	Bügelgriff, schmal
Abmessung (mm)	15 x 6
Werkstoff	Alu
Oberfläche	Blank
Kodierung	Keine

Sicherheit

Zugänglichkeit	Gut
Versehentliche Betätigung	Nein, federbelastet verriegelt

Tragegriffe 1/1

Griff vorne

Griff hinten

Allgemeines

Anzahl gesamt	4, davon 2x ausziehbar, 2x klappbar
Anzahl pro Seite	2x Kopfende, 2X Fußende

Material

Werkstoff	Kunsstoffüberzug auf Alu-Kastenrpofil
Härte (Shore-A)	80,5
Oberfläche	Keine Profilierung, schwach ausgebildete Griffanfang und -endstück
Materialstärke Griffüberzug (mm)	4,2
Sitz und Stabilität Griffüberzug	Drehbar – zum Griffende zunehmend

Abmessungen

Querschnittsprofil	Rechteckprofil

D-1 - Tragesessel

Abmessungen Überzug (mm)	2,4 x 3,6 , r=7
Abmessungen Unterbau (mm)	16 x 28
Grifflänge (mm)	
Länge Griffüberzug (mm)	Vorne 120, hinten 124

Lage der Griffe

Bezogen auf Tragehilfe	Vorne unten (Fußbereich Patient), hinten oben (Rückenlehne)
Bezogen auf Anwender	
Achsabstände (cm)	Vorne 50,5, hinten 42,0
Lage der Griffachse	Parallel
Abstand zur Tragehilfe (min/max) (cm)	Vorne 45/13, hinten 12
Höhe über Boden (min/max) (cm)	Vorne 14/12, hinten 82

Gestaltung/Handling

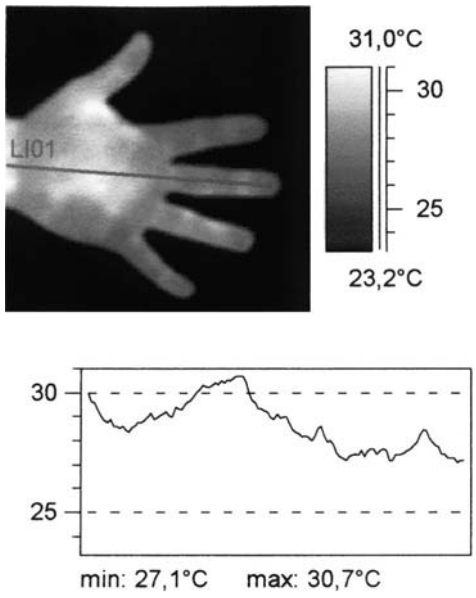
Umfassungen	Kein Handschutz
Ausformung	
Greifraum	Entfällt
Formstabilität	
Arretierungen	Vorne 2x unten, 2 x oben, hinten 1

Bemerkungen

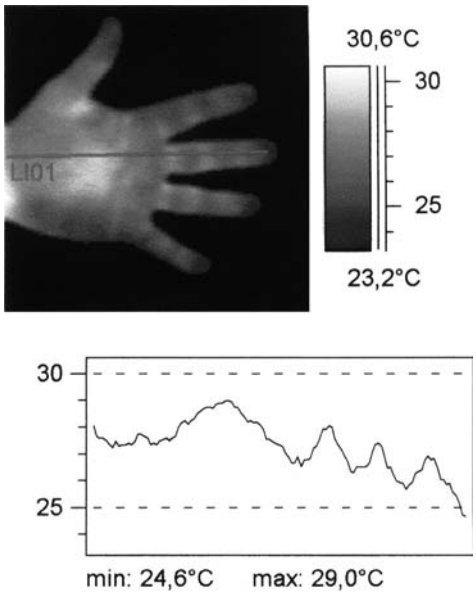
Griffgestänge vorne: kippelt Richtung oben/unten und links/rechts

Griffgestänge hinten: leicht drehbar

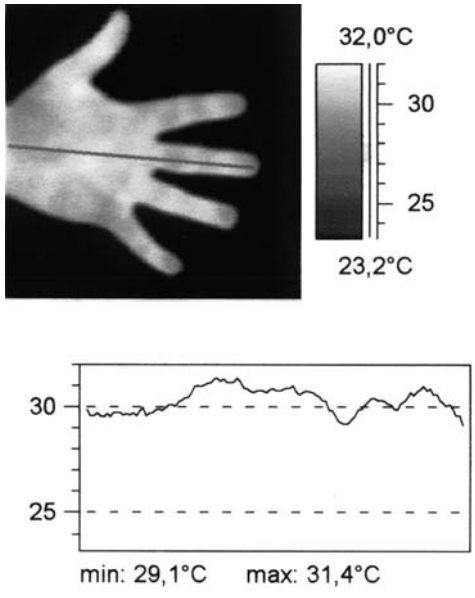
Anhang IX Thermogramme, Hand 1 und 2



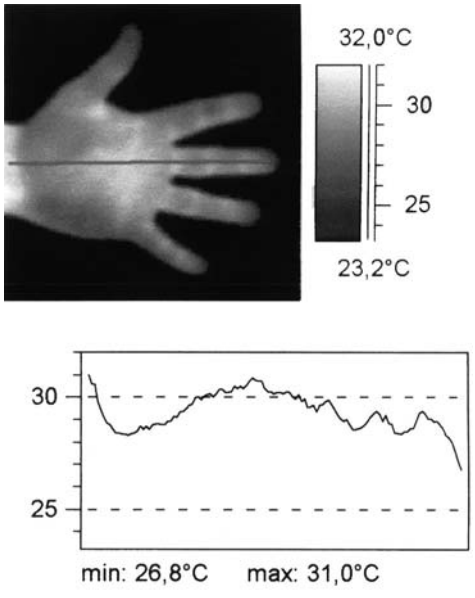
Hand 1: *vor der Belastung*



Hand 1: *nach der Belastung*



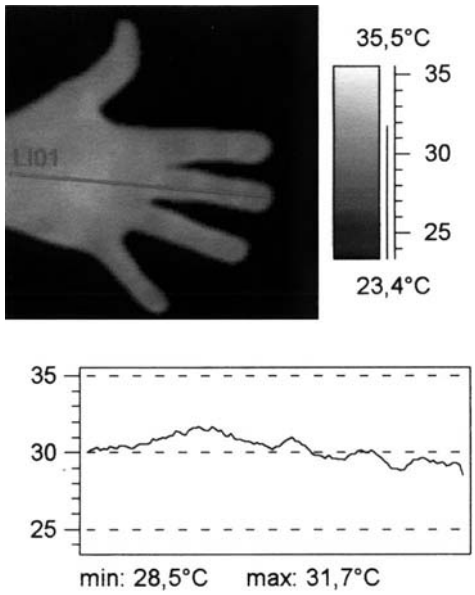
Hand 2: *vor der Belastung*



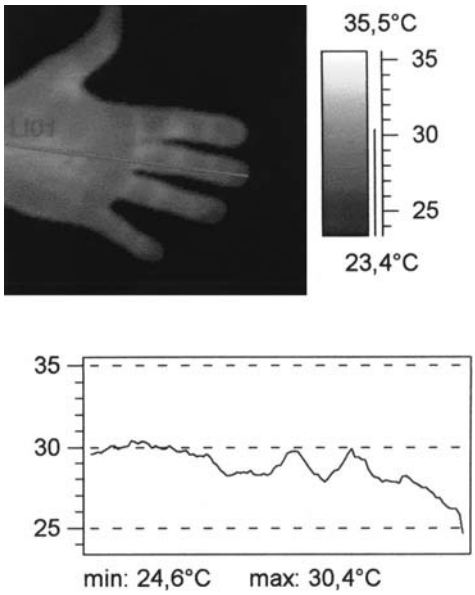
Hand 2: *nach der Belastung*

Anhang IX Thermogramme, Hand 1 und 2

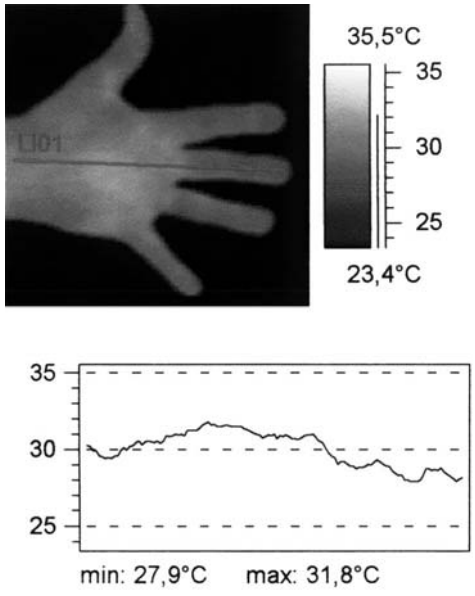
Anhang X Thermogramme, Hand 3 und 4



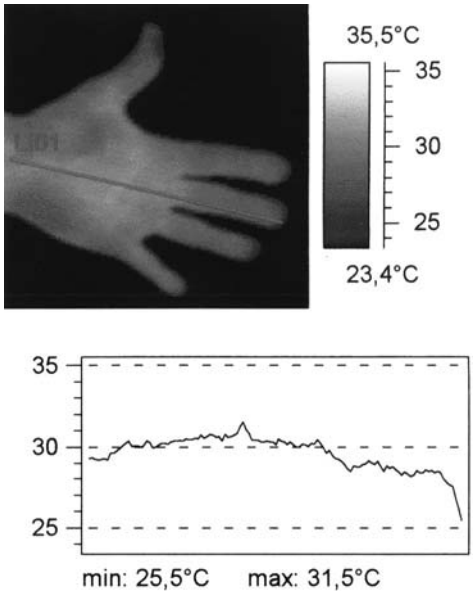
Hand 3: *vor der Belastung*



Hand 3: *nach der Belastung*



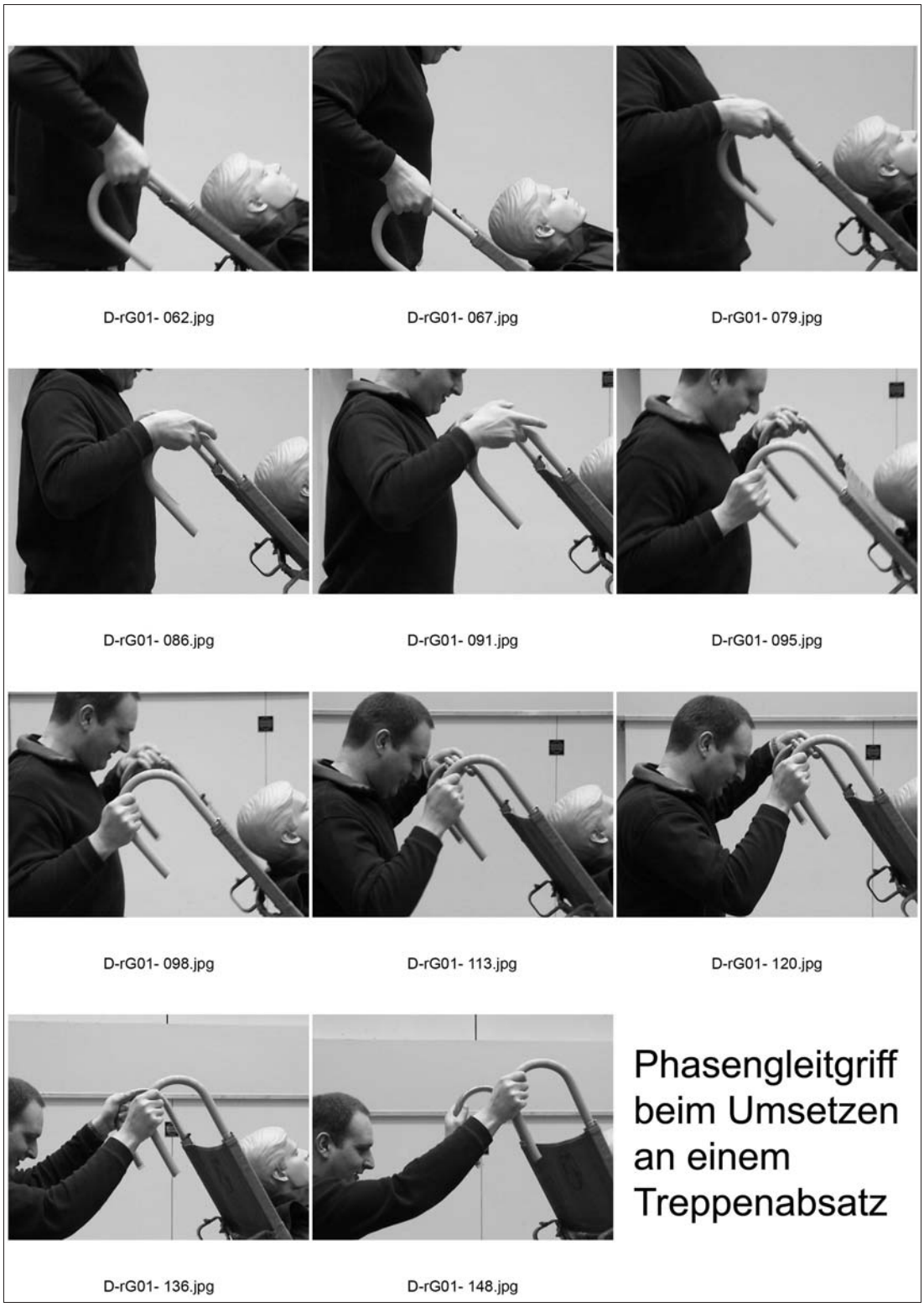
Hand 4: *vor der Belastung*



Hand 4: *nach der Belastung*

Anhang X Thermogramme, Hand 3 und 4

Anhang XI Standbilder einer Videosequenz: Standardkrankentrage mit Griffprototyp "Phasengleitgriff" während eines Umsetzversuches auf einem Treppenpodest



Anhang XI Standbilder einer Videosequenz: Standardkrankentrage mit Griffprototyp "Phasengleitgriff" während eines Umsetzversuches auf einem Treppenpodest

Anhang XII Standbilder einer Videosequenz: Standardkrankentrage mit Griff-prototyp "Kugelendgriff" während eines Umsetzversuches auf einem Treppenpodest

Anhang XII Standbilder einer Videosequenz: Standardkrankentrage mit Griffprototyp "Kugelendgriff" während eines Umsetzversuches auf einem Treppenpodest